

Fredrik Gardshaug Henden
Linnea Ervik

Utbedring Austnes - Hånes

IB 303312

Kandidatnr:

10038 & 10005

Mai 2021

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk

Bacheloroppgave

2021



Fredrik Gardshaug Henden
Linnea Ervik

Utbedring Austnes - Hånes

IB 303312
Kandidatnr:
10038 & 10005

Bacheloroppgave
Mai 2021

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

I. FORORD

Denne oppgaven er utarbeidet vårsemesteret 2021 ved Institutt for havromsoperasjoner og byggingsteknikk (IHB) og utgjør siste del av byggingeniørstudiet med spesialisering innen veg og infrastruktur ved NTNU Ålesund.

Oppgaven er utgitt av Møre og Romsdal Fylkeskommune, og sammen med veileder Robin Sætre er det utarbeidet en problemstilling for oppgaven. Oppgaven har gitt oss en god forståelse innen fagområdet, og har gitt et godt grunnlag for videre utvikling. Vi vil gi en ekstra takk til Robin Sætre for gode råd og veiledning under oppgaveskrivingen. Vi vil også takke faglærer Torodd Skjerve Nord for råd og oppsetting av struktur for oppgaven.

Til slutt vil vi takke dyktige ansatte ved Møre og Romsdal Fylkeskommune. Vi vil spesielt gi en takk til Arne Leikanger og Henrik Raymond Knarvik for å delta på befaring 09.03.2021 og dele kunnskap som ble med videre i oppgaven. Vi vil også takke Øystein Skare og Stig Arild Videnes ved å være behjelpelig med rådgivning og anskaffelse av nødvendige opplysninger.

II. SAMMENDRAG

Fv. 659 Nordøyvegen er et prosjekt som skal gi fastlandsforbindelse til Nordøyane i Ålesund kommune. For en gjennomgående standard, skal derfor tilhørende veger på øyene rustes opp til en tofelts riksvegstandard. Austnes – Ullasundbrua på Haramsøya vil ved åpningen av Nordøyvegen bli en gjennomfartsåre, og er i dag i dårlig stand.

Oppgaven blir utført på vegne av Møre og Romsdal fylkeskommune og blir utført av studenter ved NTNU i Ålesund. Oppgaven er utformet sammen med veileder Robin Sætre. Kontaktperson for Møre og Romsdal fylkeskommune er Øystein Skare.

Oppgaven presenterer to alternativer for utbedring av strekningen. Alternativene er bygging av en ny veg, eller rehabilitering av den eksisterende vegen. Formålet med oppgaven er å belyse hvilket alternativ som er mest egnet for denne strekningen. Vurderingene er gjort med grunnlag av teori, modellering, kartlegging av eksisterende situasjon og andre beregninger.

Alternativene er modellert i Novapoint og Autocad som omfatter en strekning på 1900 meter. Sammen med resultater fra kostnadsberegning og manuell befaring er det konkludert med at alternativet for bygging av ny veg er mest gunstig for utbedringen av strekningen Austnes-Hånes.

III. ABSTRACT

Fv.659 Nordøyvegen is a project that will provide a mainland connection to the Nordøyane in Ålesund municipality. For a consistent standard, the associated roads on the island must therefore be upgraded to a two-lane national road standard. Austnes – Ullasundbrua on Haramsøya will at the opening of Nordøyvegen be an important passage road and is today in poor condition.

The assignment is performed on behalf of Møre og Romsdal county municipality and is performed by students at NTNU in Ålesund. The assignment is designed together with supervisor Robin Sætre. Contact person for Møre og Romsdal county municipality is Øystein Skare.

The thesis presents two alternatives for improving the section. The alternatives are building a new road or rehabilitating the existing road. The purpose of the thesis is to shed light on which alternative is most suitable for this section. The assessments are made on the basis of theory, modeling, mapping of the existing situation and other calculations.

The alternatives are modeled in Novapoint and Autocad, which include a distance of 1900 meters. Together with results from cost calculation and manual inspection, it has been concluded that the alternative for building a new road is most suitable for the improvement of the road.

IV. FIGURLISTE

Figur 1: Bilde av Nordøysambandet (Møre og Romsdal fylke, u.d.)	13
Figur 2: Strekingen Austnes – Ullasundbrua (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011)	14
Figur 3: Austnes - Hånes (Statens vegvesen, 2013).	15
Figur 4: Illustrasjon av vegens oppbygging (Aurstad F. J., 2020).	19
Figur 5: De forskjellige lagene i en vegoverbygning (Aurstad J. , 2016).	20
Figur 6: Eksempel på etablering av utkiling (Aurstad J. , 2016).	22
Figur 7: Takfall på rett linje (Statens vegvesen V120, 2019).	23
Figur 8: Ensidig fall (Statens vegvesen V120, 2019).	23
Figur 9: Den relative betydningen av aksellast og ringtrykk (Statens Vegvesen V261, 1996).	26
Figur 10: Faktorer som innvirker på den samlede lastpåvirkninger på vegdekket fra et kjøretøy (Aurstad J. , 2016).	27
Figur 11 : Telefarlighet avhengig av permeabilitet og kapillaritet (Aurstad J. , 2016).	28
Figur 12: Eksempel på korngraderingskurver med angitt klassifisering (Aurstad J. , 2016).	32
Figur 13: Prinsipptegning av veg med åpen drenering og dype sidegrøfter (Harald Norem, 2018).	33
Figur 14: Åpen drengroft ved ulike overbygninger (Statens Vegvesen N200, 2018).	34
Figur 15: Illustrasjon over tilstandsutviklingen av veg (Viken fylkeskommune , 2020).	36
Figur 16: Beregning av trafikkbelastning, N og trafikkgruppe (Statens Vegvesen N200, 2018).	40
Figur 17: Betegnelser som nyttes i indeksetmetoden (Aurstad J. , 2016).	44
Figur 18: Hvilke FKB data som er valgt for prosjektet.	47
Figur 19: Illustrasjon av Novapoint. Avgrensningslinje mellom grøfteskråning og GS-veg markert som blå linje.	49
Figur 20: Objekttyper fra eksisterende veg.	49
Figur 21: Rehabiliteringsfunksjonen til Novapoint.	50
Figur 22: Eksisterende veg i den nye vegbygningen. Eksisterende veglinje markert i rødt.	50
Figur 23: Tverrprofil av eksisterende veg i den nye vegkroppen.	51
Figur 24: Dronebilde Austnes - Hånes Foto: Henrik Raymond Knarvik	53
Figur 25: Grøft med vann.	54
Figur 26: Oppsamling av vann på sideområder	54
Figur 27: Stikkrenne	55
Figur 28: Langsgående sprekker	55
Figur 29: Krakelering	56
Figur 30: Slaghull.	56
Figur 31: Nyetablert stikkrenne.	56
Figur 32: Utskiftningsmasse.	57
Figur 33: Stor stein som er fjernet fra eksisterende overbygning.	57
Figur 34: Trestubbe ved vegkant.	58
Figur 35: Utklipp fra tabell 15.	59
Figur 36: Prinsipptegning utkiling.	60
Figur 37: Grøftetversnitt mellom veg og terreng.	63
Figur 38: Grøftetversnitt mellom GS - veg og veg	63
Figur 39: Tverrsnitt av stikkrenne.	64
Figur 40: Eksisterende veg i ny vegoverbygning.	66

V. TABELLISTE

Tabell 1: Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser (Statens Vegvesen N100, 2019).....	24
Tabell 2: Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser (Statens Vegvesen N100, 2019).....	25
Tabell 3: Skadetyper og de mest vanlige skadeårsakene (Statens Vegvesen V261, 1996).....	29
Tabell 4: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Statens Vegvesen N200, 2018).....	31
Tabell 5: Anbefalt dreneringstype (Statens Vegvesen N200, 2018).....	34
Tabell 6: Krav til grøfteskråning med åpen drenering (Statens Vegvesen N200, 2018).....	34
Tabell 7: Valg av trafikkgruppe ut fra antall ekvivalente 10 tonns aksler (Statens Vegvesen N200, 2018).....	40
Tabell 8: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Statens Vegvesen N200, 2018).....	41
Tabell 9: Anbefalte asfalttyper i slitelag ut fra dominerende påkjøring og bruksområde (Statens Vegvesen N200, 2018).....	42
Tabell 10: Bruksområder for materialer i bærelag (Statens Vegvesen N200, 2018).....	42
Tabell 11: Bruksområder for materialer i forsterkningslag (Statens Vegvesen N200, 2018).....	43
Tabell 12: Lastfordelingskoeffisienter, a (Statens Vegvesen N200, 2018).....	43
Tabell 13: Krav til helning på utkilingen (Statens Vegvesen N200, 2018).....	44
Tabell 14: Dekketyper og krav til minimum lagtykkelse (slitelag og bindlag) (Statens Vegvesen N200, 2018).....	45
Tabell 15: Dimensjonering av veger med bituminøst dekke, lagtykkelse i cm (Statens Vegvesen N200, 2018).....	46
Tabell 16: Sammenheng mellom objektkode, nummerserie for linjenavn og vegtype (Statens vegvesen V770, 2015).....	48
Tabell 17: ÅDT prognose.....	58
Tabell 18: Resultat prøveboringer pel 8600 - 10 500 (Statens Vegvesen: Berg- og geoteknikkseksjonen, 2011).....	59
Tabell 19: Overbygning alternativ 1 profil: 8600 – 9320.....	61
Tabell 20: Overbygning alternativ 1 profil: 9320 - 10 500.....	61
Tabell 21: Utregning av bærelagsindeks etter tabell 12.....	62
Tabell 22: Overbygning alternativ 2.....	62
Tabell 23: Oversikt kostnadsberegning.....	64

VI. FORMELLISTE

Formel 1: Antall ekvivalente 10 tonns aksler:.....	39
Formel 2: Tykkelse forsterkningslag:.....	47

VII. TERMINOLOGI

I. BEGREPER

Begreper	Forklaring
Bituminøse materialer	Alle materialer som er forbedret eller stabilisert med bitumen, typisk 2 – 4 % slik at materialet får en forbedret lastfordelende evne.
Klotoide	Overgangskurve med krumming som øker lineært med kurvelengden.
Nasjonal Transportplan	Plan for transport og samferdselsprosjekter i Norge.
Deformasjoner	Endring i form forårsaket av ytre påvirkning.
Planum	Overflaten av underbygningen.
Overvann	Fellesbetegnelse på drensvann og regnvann fra takflater, veier og plasser, som samles i overvannsledninger.
Graderingstall (Cu)	Forholde mellom kornstørrelsene (d), normalt ved 60 % og 10 % gjennomgang i en kornkurve.
FKB	Felles kartdatabase (FKB) forvaltes av Kartverket, og består av vektordata (punkt, linje og flate) med informasjon tematisert og standardisert etter SOSI-standarden.
SOSI	Opplegg for standardisering, modellering, dokumentasjon og produksjon av geodata og geodatatjenester.

Lastfordelingskoeffisienter	Tallmessig uttrykk for overbygningsmaterialets evne til å fordele trafikkbelastningene.
Tverrprofil	Snitt av en veg vinkelrett på vegens midtlinje.
Lavbrekk	Konkav overgang i linjeføringen i vertikalplanet (bunnen av en bakke). Kjentetegnes ved at vertikalvinkelpunktet ligger under veglinja.
Sonderboring	Undersøkelsesboring benyttet til å karakterisere løsmassens egenskaper.
Homogen	Betyr ensartet og likeartet.
Vannømfintlige materialer	Et materiale er vannømfintlig hvis $\geq 8\%$ av materialet $< 22,4$ mm passerer μm -siktet.
Setninger	Langsom sammensynking i undergrunnen ved mekanisk belastning.
Silt	Mellomjordart hvor siltfraksjonen (0,002-0,06 mm) er den dominerende.
Morene	Naturlig forekomme steinmateriale som er transportert og avsatt direkte av en bre. I morene er gjerne alle kornstørrelser til stede.

II. SYMBOLER

Symbol	Namn	Benevning
N	Antall ekvivalente 10 tonns aksler	
C	Gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy	
E	Gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy	
$\dot{A}DT_T$	Antall tunge kjøretøy per døgn	
F	Fordelingsfaktor	
P	Årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy	%
kPa	Kilopascal	1 kPa = 1000 Pa

III. FORKORTELSER

Forkortelser	Betydning
Agb	Asfaltgrusbetong – stiv asfalt
Ma	Mykasfalt
Ag	Asfaltert grus
Fk	Knust fjell, knust stein
NTP	Nasjonal transportplan
Fv	Fylkesveg
Mrd	Milliarder
ÅDT	Årsdøgntrafikk – Det totale antall kjøretøy som passere et snitt på en veg i løpet av et år, dividert med 365
NOK	Norske krone
GS-veg	Gang – og sykkelveg
SVV	Statens Vegvesen
SOSI	Samordnet opplegg for stedfestet informasjon

INNHold

I.	Forord.....	1
II.	Sammendrag.....	2
III.	Abstract.....	3
IV.	Figurliste.....	4
V.	Tabelliste.....	5
VI.	Formelliste.....	5
VII.	Terminologi.....	6
I.	Begreper.....	6
II.	Symboler.....	8
III.	Forkortelser.....	9
	Innhold.....	10
1.	Innledning.....	13
1.1	Bakgrunn.....	13
1.2	Formål og problemstilling.....	14
1.3	Avgrensninger.....	15
1.4	Rapportens oppbygging.....	16
2.	Teoretisk grunnlag.....	17
2.1	Statens vegvesen Håndbøker.....	17
2.2	Vegens oppbygging.....	19
2.2.1	Vegdekket.....	20
2.2.2	Bærelag.....	21
2.2.3	Forsterkningslag.....	21
2.2.4	Frostsikringslag.....	21
2.2.5	Utkiling.....	22
2.3	Linjeføring.....	22
2.3.1	Horisontalkurvatur.....	22
2.3.2	Vertikalkurvatur.....	23
2.3.3	Tverrfall.....	23
2.4	Dimensjoneringsklasser.....	24
2.5	Vegens nedbrytingsfaktorer.....	25
2.5.1	Trafikkpåkjenninger.....	25
2.5.2	Klimatiske påkjenninger.....	27
2.6	Skademekanismer.....	29
2.7	Tilstandsregistrering.....	30

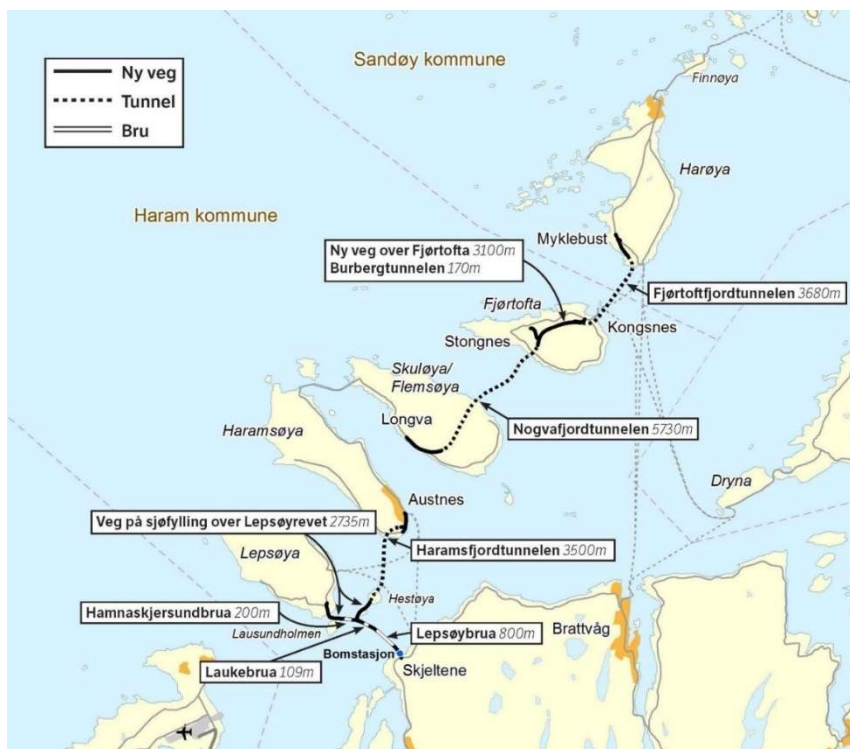
2.7.1	Grunnforhold	30
2.7.2	Geoteknisk rapport	32
2.7.3	Drenering	33
2.8	Vegens Levetid	35
3.	Metode.....	37
3.1	Reguleringsplan, geoteknisk rapport og NVDB.....	37
3.2	Manuell kartlegging	39
3.3	Dimensjonering av overbygning	39
3.4	Modellering i AutoCad og Novapoint	47
3.4.1	Kartgrunnlag.....	47
3.4.2	Senterlinje	48
3.4.3	Løsning for gående og syklende.....	48
3.4.4	Avkjørsler	49
3.4.5	Rehabilitering	49
3.5	Kostnadsberegning	51
4	Resultat	53
4.1	Manuell kartlegging	53
4.2	Dimensjoneringsprinsipper.....	58
4.2.1	ÅDT-prognoser	58
4.2.2	Geoteknisk rapport og forsterkningslag	59
4.2.3	Bærelag	61
4.2.4	Dekkelag.....	61
4.3	Alternativ 1 – Bygging av ny veg	61
4.4	Alternativ 2 – Rehabilitering	62
4.5	Vannhåndtering	63
4.6	Kostnadsberegning	64
5.	Diskusjon.....	65
5.1	Utfordringer	65
5.2	Drøfting av alternativene	65
6.	Konklusjon.....	67
7.	Referanser.....	68
8.	Vedlegg	70

1. INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Fylkesvegnettet består av rundt 44 000 km veg. Det er et stort etterslep i vedlikeholdet knyttet til fylkesvegene, og store deler av fylkesvegnettet tilfredsstillende ikke dagens krav. Opprustning av fylkesvegnettet er viktig for god fremkommelighet og trafikksikkerhet for den økende trafikkmengden på vegene. Nasjonal Transportplan (NTP) 2018-2029 har anslått fylkesvegnettslepet til 62 mrd. med en usikkerhet mellom 50 – 85 mrd. (2016-NOK) (Avinor, m.fl., 2016).

Fv. 659 Nordøyvegen i Ålesund kommune er et pågående prosjekt som skal sikre fastlandssamband mellom øyene Lepsøya, Haramsøya, Flemsøya/Skuløya, Fjørtofta og Harøya. Prosjektet består av tre bruer, tre undersjøiske tunneler, en miljøtunnel og opprustning av eksisterende hovedveger på øyene til tofelts riksvegstandard. Prosjektet skal stå ferdig 2022 (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011). Figur 1 viser oversikt over alle sambandene som skal utbygges mellom øyene.



Figur 1: Bilde av Nordøysambandet (Møre og Romsdal fylke, u.d.).

En av vegstrekningene på øyene som skal rustes opp til tofelts riksvegstandard, er strekningen Austnes-Ullasundet på Haramsøya. På figur 2 ser en at vegstrekningen er en gjennomfartsåre på den kommende Nordøyvegen. I dag er vegen smal, og preget av alder og ytre påkjenninger. En opprustning av vegen vil gi en gjennomgående god standard på vegnett i tillegg til å imøtekomme dagens krav (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011).



Figur 2: Strekingen Austnes – Ullasundbrua (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011)

1.2 FORMÅL OG PROBLEMSTILLING

Det vil i denne oppgaven vurderes for hvilket alternativ som egner seg best med tanke på kvalitet og økonomi. Det er to mulige alternativer for utbedring av eksisterende veg:

- Alternativ 1 – Bygge en ny vei

Ved bygging av ny veg skal hele eksisterende vegoppbygging fjernes, og det blir bygd en ny veg som dimensjoneres etter Statens Vegvesens håndbøker.

- Alternativ 2 – Rehabilitering

Ved en rehabilitering skal en beholde mest mulig av eksisterende vegkropp, og nytte denne i oppbygningen av forsterkningslaget. På denne måten kan det spares ressurser i tillegg til at arbeidsomfanget ikke blir like omfattende.

Hovedformålet og problemstillingen i prosjektoppgaven vil da være:

- **Hvilket av alternativene for vegen på Haramsøya vil være mest egnet, og i tillegg tilfredsstillende dagens krav med økonomi og kvalitet tatt i betraktning?**

Målet for oppgaven er å skaffe et bedre beslutningsgrunnlag ved å belyse ulike alternativer og virkninger ved utbedring av strekningen.

1.3 AVGRENSNINGER

Oppgaven omfatter en strekning på 1900 meter mellom Austnes og Håneset, se figur:



Figur 3: Austnes - Hånes (Statens vegvesen, 2013).

Oppgaven er gitt av Møre og Romsdal Fylkeskommune og omfatter to alternativer for strekningen. Oppgaven utredes etter tilgjengelig informasjon som er innhentet fra reguleringsplan, geoteknisk rapport, manuell kartlegging i form av befaring og andre kilder. Sammen med teori innhentet fra litteraturstudie og en enkel kostnadsanalyse, vil dette legge grunnlaget for endelig resultat. På grunn av manglende informasjon, kan ikke resultatet benyttes som fullstendig byggeplan før dette er utført og kontrollert.

1.4 RAPPORTENS OPPBYGGING

Oppgaven er en akademisk tekst som følger den tradisjonelle oppbygningen. Oppgaven er delt inn i 6 deler. Det blir lagt ved relevante vedlegg med tegninger og rapporter som gruppen har utarbeidet.

Oppgaven er i hovedsak delt opp i 6 kapitler:

Innledning	Presenterer bakgrunnen for oppgaven, formål og problemstilling og oppgavens avgrensninger.
Teoretisk grunnlag	Litteraturstudie som tar for seg det teoretiske grunnlaget for oppgaven.
Metode	Viser framgangsmåte, gjennomføringsmetode og hvilke verktøy som er brukt i oppgaven.
Resultat	Presentasjon av løsningene og alternativene.
Diskusjon	Drøfting av alternativene og problemstillingen.
Konklusjon	Legger fram hvilket alternativ som er anbefalt.

2. TEORETISK GRUNNLAG

Teoretisk grunnlag omhandler teorien innhentet for videre arbeid av oppgaven. Teorien er for det meste tatt ut fra håndbøker og rapporter fra Statens Vegvesen. Håndbøkene gir en god innføring i standardkrav for planlegging, prosjektering, bygging, vedlikehold og forsterking av veger, i tillegg til et godt teoretisk grunnlag.

2.1 STATENS VEGVESEN HÅNDBØKER

Statens Vegvesen utgir håndbøker som gir rammer for planlegging, dimensjonering og bygging av veger (Statens Vegvesen N200, 2018). Disse blir betegnet som vegnormaler å inndeles i 2 nivåer:

Nivå 1: Normaler og retningslinjer – Setter krav til blant annet vegbygging og vegutforming.

Nivå 2: Veiledninger - Utfyllende veiledere som ikke er krav, men er gode hjelpemiddel til utforming og dimensjonering av offentlige veger (Statens Vegvesen , 2019).

Normaler og retningslinjer som angår anlegg av offentlig veg er hjemlet med forskrift etter Vegloven §13 (Statens Vegvesen , 2018). Retningslinjer gjelder kun for riksveg og Statens Vegvesen (Statens Vegvesen , 2019). For fylkesveger og kommunale veger er det fylkeskommunen og kommunen som er fraviksmyndighet (Statens Vegvesen N200, 2018). Veiledninger understøtter normalene og inneholder utdypende fagstoff tillegg til å forklare hvordan normalene og retningslinjer brukes på detaljnivå (Statens Vegvesen , 2019). Normalene er bygd opp på skal, bør og kan krav (Statens Vegvesen N200, 2018). I tillegg brukes rapporter fra Statens Vegvesen som utfyllende teori (Statens Vegvesen , 2018). Normaler og rapporter som blir brukt i denne oppgaven omfatter:

Normaler og veiledninger:

- Statens Vegvesen Håndbok N100 (2019) – Standardkrav for vegens utforming. Normalen har hjemmel i Samferdselsdepartementets forskrifter etter Vegloven §13.

- Statens Vegvesen Håndbok N200 (2018) – Normalen gir krav til føringer for prosjektering, byggemetoder, dimensjonering, materialvalg og miljøtiltak. Normalen har hjemmel i Samferdselsdepartementets forskrifter etter Vegloven §13.
- Statens Vegvesen Håndbok V120 (2019) – Veiledningen beskriver premisser for kravene til geometrisk utforming av veger slik de er presentert i Håndbok N100.
- Statens vegvesen Håndbok V261 (1996/2014) – Skadekatalog for bituminøse vegdekker. Veiledning tilknyttet registrering av vegdekkeskader.

Rapporter:

- Statens Vegvesen nr.626 – Vegteknologi (2016)
- Statens vegvesen nr. 365 – Drift og vedlikehold av veger (2015)
- Statens vegvesen nr. 681 – Drenering og håndtering av overvann (2018)

2.2 VEGENS OPPBYGGING

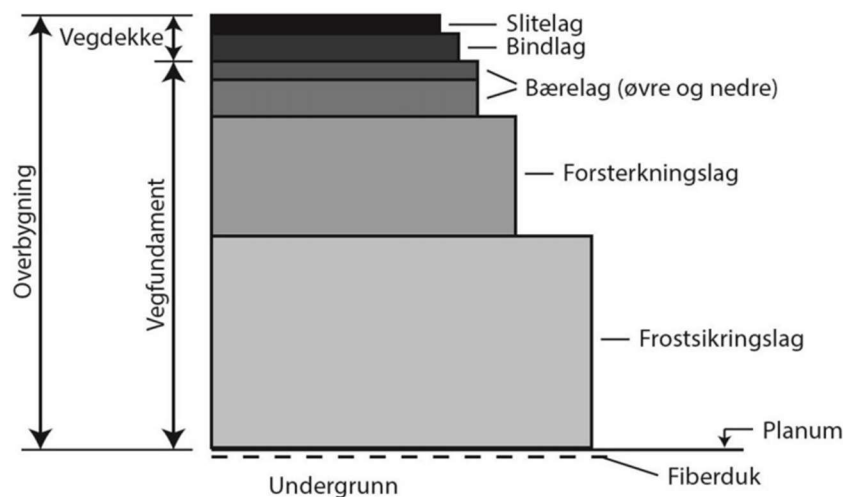
Vegkroppen er bygd opp av flere lag, der alle lagene har ulike egenskaper. Joralf Aurstad gir en god forklaring på de ulike funksjonene i vegkroppen (Aurstad F. J., 2020):

«Vegbygging og husbygging omhandler like prinsipp. Byggverk hvor de ulike deler har ulike funksjon: Fundament, drenering, isolasjon, bærende konstruksjon og tett tak. Som trafikanter ser vi bare taket. Det er viktig å ta vare på verdiene i hele konstruksjonen» (Aurstad F. J., 2020).



Figur 4: Illustrasjon av vegens oppbygging (Aurstad F. J., 2020).

Som figur 4 viser, skal vegdekket eller «taket» sikre trafikantene god fremkommelighet og redusere nedbryting av vegkroppen forårsaket av trafikk og klima/væreforhold. Den bærende konstruksjonen er delt inn i ulike lag der alle lagene har ulike egenskaper og formål som skal sikre at vegen tåler belastningene den blir utsatt for. Vegdekket og den bærende konstruksjonen vil utgjøre vegens overbygning (Aurstad F. J., 2020). De ulike lagene i overbygningene og i figur 5 vil beskrives nærmere under.



Figur 5: De forskjellige lagene i en vegoverbygning (Aurstad J. , 2016).

2.2.1 Vegdekket

Vegdekket skal gi en sikker og komfortabel ferdsel som skal gi bilistene god og sikker fremkommelighet. Dekket skal ha jevn overflate, god friksjon, slitasjemotstand og lastfordelingsevne. Et fast dekke skal også hindre at vann trenger inn i vegkroppen og svekker konstruksjonen. På offentlige norske veger brukes nå kun bituminøse dekker. Bitumen er selve bindemiddelet som sammen med steinmaterialer utgjør asfalt. Dekker blir inndelt i myke og stive dekketyper (Aurstad J. , 2016).

Myke dekker blir brukt på veger med ÅDT < 3000 og er egnet på veger med svakt dekkfundament og veger med teleproblemer. Myke dekker har som fordel at det er fleksibelt og dermed ikke sprekker lett opp ved repetert nedbøying som skyldes tunge trafikkklaster og telehiv i lagene under. Myke dekker legges normalt som ett lag (Aurstad J. , 2016).

Stive dekker vil i motsetning legges i to lag: bindlag og slitelag. Slitelaget er det øverste laget som skal stå imot klimapåkjenninger og trafikkbelastninger. Stive dekker vil med to lag bidra til bedre styrke og bedre fordeling av laster. Stive dekker kan benyttes til alle vegklasser (Aurstad J. , 2016).

2.2.2 Bærelag

Under vegdekket er bærelaget. Bærelaget har som oppgave å fordele trafikklastene. Bærelaget skal hindre at det blir deformasjoner eller nedknusning av steinmaterialer videre nedover i vegoverbygningen. Det stilles strenge krav til materialbruk som brukes i bærelag siden et svakt bærelag er dyrt og vanskelig å reparere etter at vegdekket er lagt. Mest vanlige bærelagsmaterialer er Ag (asfaltert grus) og Fk (knust berg) (Aurstad J. , 2016).

2.2.3 Forsterkningslag

Forsterkningslaget har to viktige funksjoner. Det skal hindre overbelastning av undergrunnen og gi god drenering for å bidra til lavt vanninnhold i de overliggende lag. Disse faktorene gir en god veg med god bæreevne hele året. Materialer som blir brukt til forsterkningslag er vanligvis sand/grus og knuste steinmaterialer. Gjenbruksmaterialer som knust betong og knust asfalt kan også brukes. Et godt forsterkningslag vil hindre mye vann i vegkroppen og da forhindre skademekanismer forårsaket av vann. Nødvendig tykkelse på forsterkningslaget bestemmes ut fra trafikkmengde og grunnforhold (Aurstad J. , 2016).

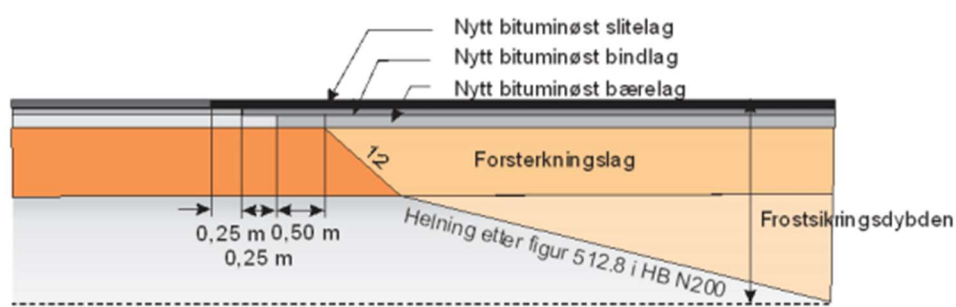
2.2.4 Frostsikringslag

Frostsikringslag ligger mellom forsterkningslag og undergrunnen(planum). Dette laget skal forhindre at frost trenger ned i undergrunnen og skape telehiv. Laget skal derfor være så tykt at dette blir forhindret. På denne måten kan frost trenge ned i overbygningen uten å skape problemer for de øvrige lagene i overbygningen (Aurstad J. , 2016).

2.2.5 Utkiling

Utkiling er i hovedsak brukt ved overgang fra telefrie masser til telefarlige masser. Dette er for å minimalisere ujevne telehiv i overgang av grunnforhold. Det kan også være aktuelt å bruke ved en overgang der materialene i grunnen er vidt forskjellige med hensyn på setninger og deformasjonsegenskaper (Aurstad J. , 2016).

Kravene til helningen på utkiling står i Statens vegvesens handbok N200 og bestemmes ut fra fartsgrense (Aurstad J. , 2016). Figur 6 illustrerer eksempel på etablering av utkiling.



Figur 6: Eksempel på etablering av utkiling (Aurstad J. , 2016).

2.3 LINJEFØRING

Forutsetningen for en god harmonisk veg er kombinasjonen av linjeføringen i horisontal og vertikal retning. Vegen er en romkurve som beskrives ved hjelp av projeksjonene i horisontal- og vertikalplanet samt tverrprofilet (Statens vegvesen V120, 2019). De mest grunnleggende prinsippene for god linjeføring er nevnt under.

2.3.1 Horisontalkurvatur

Horisontalkurvaturen består av elementene rettlinje, sirkel og klotoider. En god horisontalkurvatur bidrar til god trafikkavvikling, sikt og kjørekomfort. Det anbefales at svakt krummede kurver benyttes i stedet for lange rettlinjer (Statens vegvesen V120, 2019).

2.3.2 Vertikalkurvatur

Vertikalkurveradius består av stigninger og vertikalkurver. Det er krav til minste vertikalkurveradius både i høybrekk og lavbrekk. Krav til maksimal tillatt stigningsgrad vil i håndbok N100 variere mellom 5 % til 8 % avhengig av dimensjoneringsklasse (se kapittel 2.4.) (Statens vegvesen V120, 2019).

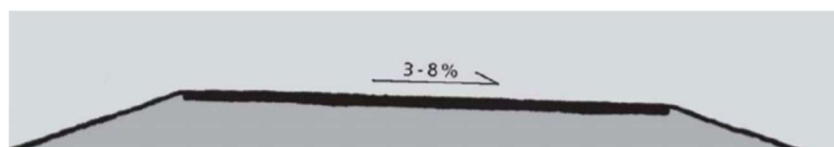
2.3.3 Tverrfall

Tverrfall er kjørebans helning i vegens tverrprofil. Tverrfall brukes av hensyn til vannavrenning, for å motvirke sidekrefter i kurver og for å oppnå bedre kjørekomfort. Vi skiller mellom takfall og ensidig fall. Takfall (q) brukes på rette strekker, og på veger med 2 kjørefelt. Takfall er vanligvis 3 % som figur 7 viser (Statens vegvesen V120, 2019).



Figur 7: Takfall på rett linje (Statens vegvesen V120, 2019).

I sirkelkurver brukes normalt ensidig fall (e) eller overhøyde. Ensidig fall skal motvirke sidekrefter i kurver i tillegg til å gi god vannavrenning. Ensidig fall varierer fra 3 til 8 %. Maks overhøyde i kurve er avhengig av dimensjoneringsklasse (se kapittel 2.4.) (Statens vegvesen V120, 2019). Figur 8 viser en illustrasjon av ensidig fall.



Figur 8: Ensidig fall (Statens vegvesen V120, 2019).

Til sammen vil elementene horisontalkurvatur, vertikalkurvatur og tverrprofil danne den tredimensjonale romkurven. Den riktige sammensetningen av elementene vil gjøre at man oppnår en ideell linjeføring ut fra hensynet til trafikksikkerhet, optisk føring, vannavrenning og estetikk. 3D-modellering er et godt verktøy til å kontrollere romkurven, i tillegg til å tilpasse det eksisterende terrenget (Statens vegvesen V120, 2019).

2.4 DIMENSJONERINGSKLASSER

Vegsystemet i Norge er delt inn i ulike dimensjoneringsklasser med fartsgrense og årsdøgntrafikk (ÅDT) som inngangsparametere. De deles inn i nasjonale hovedveger (H), øvrige hovedveger (Hø) og lokale veger (Statens Vegvesen N100, 2019).

«Håndbok N100 – Veg og gateutforming» stiller krav til de ulike dimensjoneringsklassene og gjelder for alle offentlig veger og gater. Tabell 1 viser en oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser (Statens Vegvesen N100, 2019).

	H1	H5	H3	Hø1	Hø2	Lokale veger	Øvrige lokalveger
Vegtype	H/Hø	H/Hø	H/Hø	Hø	Hø	L1	L2
ADT	< 6'	6'-12'	> 12'	< 4'	< 12'	< 1,5'	< 300
Fartsgrense [km/t]	80	90	110	80	60	80 / 60	50
Tverrprofil [m]	9	12,5	23	7,5	7,5	7,5	3,5-4,5
Skulder 1 [m]	1	1,5	2,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Kjørefelt 1 [m]	3,25	3,5	3,5 / 3,5	3	3	2,75	3,5
Indre skulder 1 [m]		0,5	0,75				
Skille kjøreretninger [m]	0,5 FM	1,5 MR	2 MR				
Indre skulder 2 [m]		0,5	0,75				
Kjørefelt 2 [m]	3,25	3,5	3,5 / 3,5	3	3	2,75	
Skulder 2 [m]	1	1,5	2,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Alternativ utforming [m]				4		4	
Min. horisontalkurveradius [m]	250	400	800	225	125	225	60
Min. klotoider [m]	125	170	260	115	75	115	
Stoppsikt [m]	115	160	227	105	65	105	45
Δst1 (stigning)	-9	-14	-20	-10	-4	-10	
Δst2 (fall)	12	20	26	15	5	15	
Møtesikt [m]				220		220	100
Forbikjøringssikt [m]	600			600			
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	2 800	5 300	11 000	2 300	900	2300	1100
Min. vertikalkurveradius, lav [m]	1 900	2 300	3 700	1 000	600	1000	400
Maks. overhøyde [%]	8	8	7,5	8	8	8	8
Maks. stigning [%]	6	6	5	8	6	8	8
Maks. resulterende fall [%]	10	10	9	11,3	10	11,3	11,3
Min. resulterende fall [%]	2	2	2	2	2	2	2
Kryssløsning	T	P ev.T	P	T,R	T,X,R	T	
Avstand mellom kryss [m]	500	1 000	5 000				
Min. horisontalkurveradius [m]	450	700		400 (T)	200 (T,X)		
Min. vertikalkurveradius, høy [m]	7 100	12 400		5 500	2 200	5500	
Avkjørsler	B	AF	AF	B	B	T	T
Avstand mellom stopplommer [km]	5	5					
Forbikjøring							
Eget- eller motg. felt	M	E	E	M			
Belysning	I	B	B	I	I/B	I	
Dimensjonerende kjøretøy	MVT	MVT	MVT	VT/MVT	VT/MVT	VT/L	L
Dimensjonerende kjøremåte	A	A	A				

Tabell 1: Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser (Statens Vegvesen N100, 2019).

Vegtype H1, H5, H3 = Nasjonale og øvrige hovedveger Hø1-Hø2 = Øvrige hovedveger	Belysning B = Krav om belysning I = Ikke belysning	Avkjørsel B = Begrens AF = Avkjørselsfri T = Tillates	Forbikjøring M = forbikjøring i motgående kjørefelt E = forbikjøring i egne forbikjøringsfelt
Kryssløsning T = T-kryss X = X-kryss R = Rundkjøring P = Planskilt kryss	Skille mellom kjøretøyer FM = Forsterket midtoppmerking MR = Midtdeler med midtrekkverk	Dimensjonerende kjøretøy/-måte VT = Vogntog MVT = Modulvogntog L = Lastebil A/B/C = Kjøremåte A, B eller C	

Tabell 2: Oppsummering av standardkrav for ulike dimensjoneringsklasser (Statens Vegvesen N100, 2019).

2.5 VEGENS NEDBRYTINGSFAKTORER

Vegkroppen vil gjennom levetiden gå gjennom mange ulike påkjenninger og nedbrytningsprosesser. I dette delkapittelet skal ulike nedbrytningsfaktorer forklares og hvorfor det har konsekvenser for vegen.

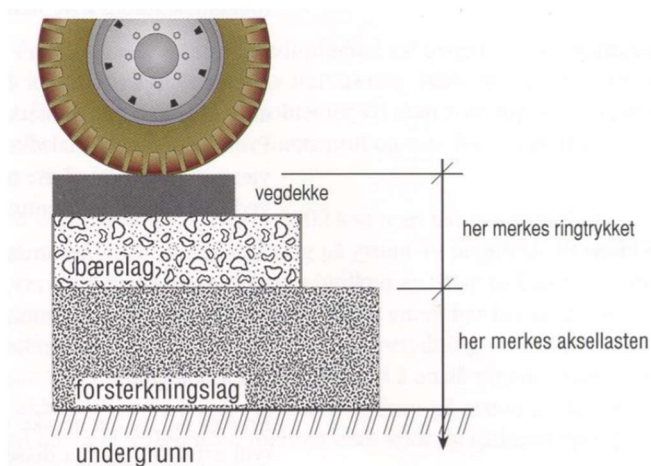
Skader på vegen kan oppstå av ulike faktorer, men det skyldes vanligvis trafikk og klima. Om vegen ikke er dimensjonert for å tåle de påkjenningene den blir utsatt for, vil levetiden avta og kostnadene vil øke. Skademekanismene på vegen kan påvirke trafikantens sikkerhet, fremkommelighet og kjørekomfort. Med en grad av sikkerhet kan man angi sannsynlige årsaker til hvorfor skader har oppstått, og dermed vurdering av utbedringstiltak. Sammen med trafikkpåkjenninger og klimatiske forhold, kan også feil oppbygging, plassering eller feil materiale utløse skader på vegen (Statens Vegvesen V261, 1996). Disse vil ikke nevnes mer i dette kapittelet, da det nevnes mer i kapittel 2.7.

2.5.1 Trafikkpåkjenninger

Skader på vegkroppen som er relatert til trafikkpåkjenninger knyttes ofte til tungtrafikk (kjøretøy over 3,5 tonn). Trafikklastene gir gjentatte horisontale strekkspenninger som etter hvert forårsaker utmatting og oppsprekking. Dette skyldes vanligvis aksellast og dekktrykk (ringtrykk) (Statens Vegvesen V261, 1996).

Den tillatte aksellasten gir uttrykk for vegens bæreevne. Aksellast er en punktlast som er avhengig av kjøretøyets totale last og antall aksler. I dag tillates en aksellast på 10 tonn på alle riksveger i Norge, men ikke på alle fylkesveger. Vegens bæreevne kan variere sterkt gjennom året. Dette skyldes innvirkninger fra klima. Dette utdypes mer i kapittel 2.5.2 om klimatiske påkjenninger (Statens Vegvesen V261, 1996).

Ringtrykk eller dekktrykk er sammen med aksellasten en stor trafikal påkjenning. Ringtrykk bygger på formelen for trykk ($p = F/A$). Størrelsen på kontaktflaten vil avhenge av dekkstivhet, lufttrykk i dekkene og kjørehastighet. Tillatt ringtrykk i Norge er 9 bar (Statens Vegvesen V261, 1996). Figur 9 viser hvor belastningene fra ringtrykk og aksellast gir deformasjoner i vegkroppen:



Figur 9: Den relative betydningen av aksellast og ringtrykk (Statens Vegvesen V261, 1996).

En utfordring med det norske vegnettet er andelen tunge kjøretøy på det smale vegnettet. Veger med smale skuldre vil ha dårligere sidestøtte, i tillegg til at trafikken vil fordele seg mindre. Dette vil dermed føre til store belastninger på sidekantene, som kan medføre skader.

Vegkroppen vil også bli påført andre trafikale påkjenninger, og det er derfor flere faktorer og variabler som har innvirkning på hvordan vegdekket belastes totalt. Dynamisk tillegg kommer fra ujevnheter i vegdekket, og ulike krefter som påføres vegdekket (bremsing, akselerasjon og vridninger) (Aurstad J. , 2016). Figur 10 viser ulike faktorer som innvirker på den totale belastningen på vegdekket.



Figur 10: Faktorer som innvirker på den samlede lastpåvirkninger på vegdekket fra et kjøretøy (Aurstad J. , 2016).

2.5.2 Klimatiske påkjenninger

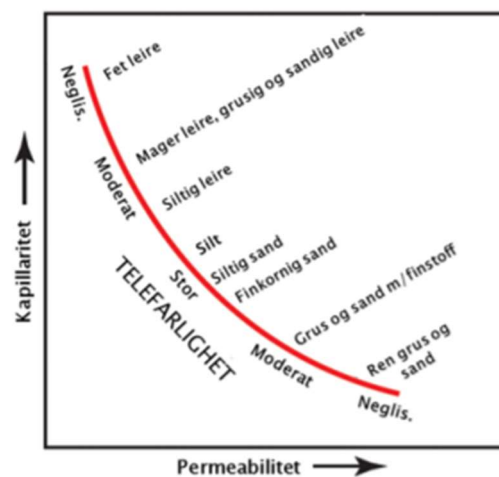
Sammen med nedbryting forårsaket av påkjenninger fra trafikk, kan vegen også brytes ned av klimatiske forhold. Med klimatiske påkjenninger menes hvordan vegen kan reagere på temperatur, værforhold og årstidsvariasjoner. Temperaturen i vegen og værforhold vil variere gjennom året, og det kan kortes ned til tre hovedtilstander:

1. Sommer – Varme dager kan være kritisk for vegen da det kan føre til en forsprøying av bindemiddelet, og dermed en aldringsprosess. Vekslede værforhold som nedbør, vind og tørke kan også ha innvirkning på bæreevnen.
2. Vinter – Denne perioden kan forbindes med telehiv og en periode der bæreevnen i vegkroppen er god. Men det kan være kritisk for veger som ikke er dimensjonert med frostsikring. Dette kan føre til skader i vegdekket i form av sprekker og ujevnheter.
3. Teleløsningsperiode – Ved en teleløsning blir det oppsugde vannet frigitt, og det blir overskudd av vann i materialet. Dette fører til en sterk reduksjon av vegkroppens bæreevne (mer om telehiv i avsnittet under). Ved gradvis kraftpåføring av trafikk etter opptiningen vil materialet igjen oppnå normal styrke. På grunn av betraktelig redusert bæreevne i denne perioden, er det denne tilstanden som er dimensjonerende for den totale bæreevnen for vegkonstruksjonen (Aurstad J. , 2016).

Det som forårsaker de største klimatiske påkjenningene av vegen, er telehiv. Det er de ujevne telehivene som gjør skade, og disse kan for det meste unngås ved riktig oppbygging av vegen. Det er tre forhold som må være til stede for at det kan oppstå telehiv i en vegkonstruksjon:

- Frost
- Telefarlige materialer
- Vann

Et telefarlig materiale er et materiale som har evne til å trekke til seg vann ved frysing. Telefarlighet er avhengig av to faktorer: Kapillaritet (evnen til å trekke til seg vann) og permeabilitet (evnen til å lede vann). De mest telefarlige materialene er materialer med høy permeabilitet og høy kapillaritet. Faktorer der disse forekommer er størst ved silt og siltig sand (se figur 9). Dette på grunn av den høye evnen til å suge opp vann i tillegg til høyt porevolum (Aurstad J. , 2016). Figur 11 viser hvilke masser som er mest telefarlige:



Figur 11 : Telefarlighet avhengig av permeabilitet og kapillaritet (Aurstad J. , 2016).

Problemer med telehiv oppstår vanligvis ved varierende grunnforhold og oppbygging. En vegkropp med homogen oppbygging og lik tilgang på vann vil derimot heves likt, og problemer med telehiv kan dermed neglisjeres. Det er derfor de ujevne telehivene som kan skape problemer (Aurstad J. , 2016).

2.6 SKADEMEKANISMER

En god indikasjon på at vegen er godt nok bygd, er dekkelevetiden. En unormal kort dekkelevetid kan gjenspeile en svakhet i konstruksjonen. Håndbok V261 forklarer vanlige skader som oppstår på vegdekker, og hva som kan være utløsende årsak. Skadene er beskrevet uavhengig av andre skader, men disse kan i noen tilfeller overlape. Tabellen under kan hjelpe til å finne ut den mest sannsynlige årsaken til at en skade oppstår, og da vurdering om tiltak til utbedring (Statens Vegvesen V261, 1996).

Oversikt over skademekanismer i bitumiøse vegdekker		
Nr.	Skadetype	Skadeårsak
1	Langsgående sprekker	Telehiv: <ul style="list-style-type: none"> - Variasjoner i undergrunnens telefarlighet - Ulike frostnedtrenging - Mangelfull drenering
		Breddeutvidelse
		Svake kanter/smål skulder
		Dårlige dekkeskjøter
2	Tversgående sprekker	Telehiv
		Svinn (krymping): <ul style="list-style-type: none"> - Svinn, bærelag av C_g - Refleksjon fra underliggende sprekker - Lave temperaturer
3	Krakelering	Ustabil bærelag
		Bæreevnesvikt <ul style="list-style-type: none"> - Dårlig materialkvalitet f.eks. vannømfintlighet - For små lagtykkelse - Mangelfull drenering
		For tynt dekke
4	Slaghull	Videreutvikling av krakelering
		Lokale feil i materialer eller utførelse
5	Overflateskader	Dårlig utførelse
		Dårlig materialkvalitet
		Mekaniske skader
		Dårlige opptøringsforhold
		Aldring
6	Spør (i vegens lengdeprofil)	Telehiv
		Setninger
		Etterkomprimering
7	Spør (i vegens tverrprofil)	Piggdekkslitasje
		Ustabil dekke
		Ustabil bærelag og/eller forsterkningslag
		Svak undergrunn

Tabell 3: Skadetyper og de mest vanlige skadeårsakene (Statens Vegvesen V261, 1996).

2.7 TILSTANDSREGISTRERING

For å planlegge tiltak ved en eventuell rehabilitering eller utbygging, er det viktig å få god innsikt på eksisterende forhold både på og ved vegen. Dette for å finne årsaksforhold og dermed vurdering av tiltak. Håndbok N200 – Vegbygging beskriver hvilke punkter hvor eksisterende situasjon bør vurderes og undersøkes. Dette gjelder eksisterende vegoverbygning (geometri, lagtykkelser, materialeegenskaper, tilstand og dekkelevetid), dreneringssystem, grunnforhold, hydrologiske forhold og fremtidige påkjenninger (klima, trafikkklaster) (Statens Vegvesen N200, 2018).

Norges vegdatabank, NVDB er en viktig kilde til informasjon og vegens tilstand. Ved gode data kan den gi informasjon om vegens oppbygning, drenering, trafikkmengde og tilstand med mer. Det er ikke alltid like mye data om strekningene og noen av dataene kan være noe usikre. Manuell befaring vil være den mest grundige metoden for informasjon om tilstanden på og ved vegen (Statens Vegvesen N200, 2018).

2.7.1 Grunnforhold

Overbygningen til vegen skal fordele laster fra trafikken til undergrunnen slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner. Det stilles krav i N200 at det skal gjennomføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger for bestemmelse av bæreevnegruppe og telefarlighet (Statens Vegvesen N200, 2018). Mer om geoteknisk rapport og videre dimensjonering i kapittel 2.7.2.

Handbok N200 deler undergrunnen inn i 7 forskjellige bæreevnegrupper. Bæreevnegruppe 1 tilsvarer gode grunnforhold og kan dimensjoneres med forsterkningslag på 30 cm, mens bærelaggruppe 7 er den dårligste og kan trenge opp til 110 cm forsterkningslag. Massene deles også inn i telefarlighetsklasse T1 – T4, der T4 er mest telefarlig. Veger som skal bygges på undergrunn i klassen T3 og T4 skal frostsikres, unntaket er hvis vegen har $\text{ÅDT} \leq 1500$. Da skal dette vurderes for den enkelte strekningen (Statens Vegvesen N200, 2018). Tabell 4 viser inndeling av bæreevnegruppe:

Telefarlighetsklassifisering				
Telefarlighetsklasse		Masseprosent av materiale < 22,4 mm		
		< 2 µm	< 20 µm	< 200 µm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50
Bæreevneklassifisering				
Undergrunn		Bæreevnegruppe		
Bergskjæring, steinfylling,	T1			1
Grus, $C_u \geq 15$,	T1			2
Grus, $C_u < 15$,	T1			3
Bergskjæring, steinfylling,	T2			3
Sand, $C_u \geq 15$,	T1			3
Sand, $C_u < 15$,	T1			4
Grus, sand, morene,	T2			4
Grus, sand, morene,	T3			5
Leire, silt, morene	T4			6
Myr				7
Andre materialer		Bæreevnegruppe		
Lettklinker, skumglass				4
Ekstrudert polystyren (XPS)				4
Ekspandert polystyren (EPS-blokker)				6

¹⁾ Jordarter med mer enn 40 % < 2 µm regnes som middels telefarlig T3.

Tabell 4: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Statens Vegvesen N200, 2018).

Grunnforholdene kan variere mye langs en vegstrekning. For en godt dimensjonert veg skal spenningene som forplanter seg nedover i konstruksjonen være så små at de heller ikke forårsaker deformasjoner på undergrunnen. «Rapport nr. 365 – Drift og vedlikehold av veger» forklarer at det på gamle veger i mange tilfeller er underbygningen alene eller i kombinasjon av dårlig kvalitet på bærelag/forsterkningslag som danner deformasjoner i vegbygningen (Tor-Sverre Thomassen, 2015).

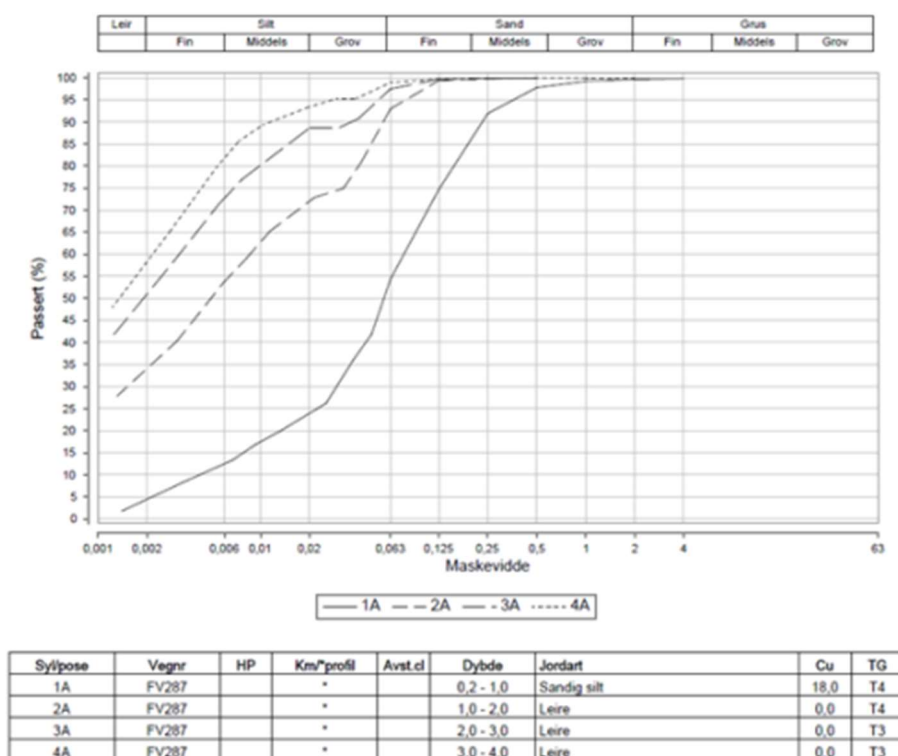
Følgende tiltak ved svak undergrunn være aktuelle (Aurstad J. , 2016):

- Økning av tykkelsen på forsterkningslaget
- Forsterkning av undergrunnen ved bruk av grunnforsterkning for å kunne utføre byggearbeidene med tilfredsstillende kvalitet (armeringsnett eller fiberduk)
- Utførelse av andre tiltak som sikrer bæreevnen under anleggsperioden

2.7.2 Geoteknisk rapport

Grunnundersøkelser er viktig del av vegprosjekteringen. Før oppstart av alle typer vegprosjekt, skal det utføres en grunnundersøkelse. De vanligste metodene er sonderboring og prøvetaking, men metodene avhenger av hvilke problemstillinger som skal løses. Grunnundersøkelser kartlegger hvilke type masser og hvor tykke lagene er. Det blir tatt ut prøver som blir sendt til laboratorium for grundigere undersøkelser. Laboratoriet vil ut fra prøvene definere korngraderingen og vanninnholdet for dimensjonering av vegoverbygningen. Fra korngraderingskurver hentes graderingstallet Cu. Graderingstallet forteller forholdet mellom kornstørrelsene. Vanninnholdet forklarer hvilken egenskap materialet har til å tilegne seg vann, og blir oppgitt i prosent (Aurstad J. , 2016).

Tykkelsen på forsterkningslaget dimensjoneres ut fra Cu-tallet. Vanninnholdet forteller hvilken telefarlighetsklasse massen kategoriseres i (Aurstad J. , 2016). Figur 12 viser eksempel på korngraderingskurve med angitt klassifisering.



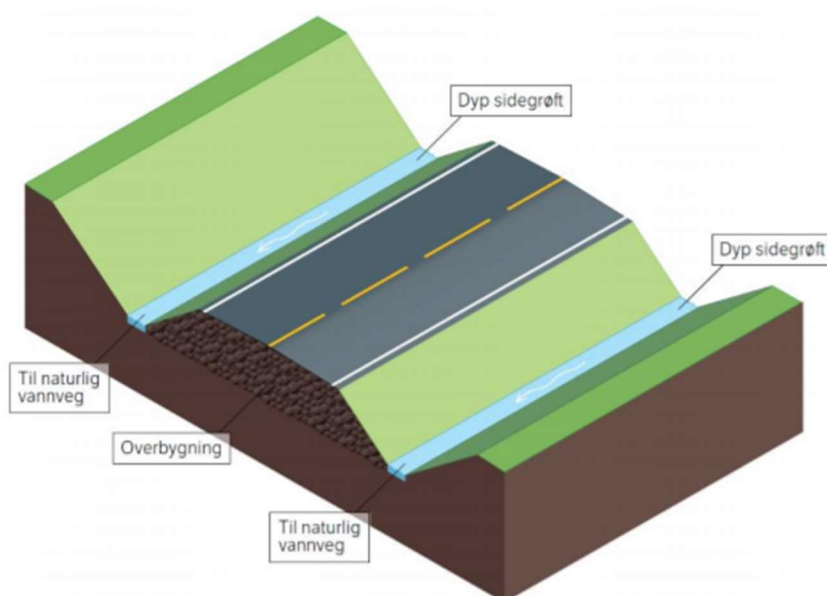
Figur 12: Eksempel på korngraderingskurver med angitt klassifisering (Aurstad J. , 2016).

2.7.3 Drenering

Drenering vil i dette tilfellet betegnes å lede bort vann fra vegen og vegens sideområder. En velfungerende drenering er en forutsetning for at de fleste andre tiltak vil fungere godt. I tillegg til at dreneringssystemet skal planlegges slik at den kan vedlikeholdes, har håndbok R610 følgende krav til drenering (Statens vegvesen R610, 2012):

- Overflatevann skal renne uhindret bort fra trafikkerte arealer og sideområder.
- Vann skal renne bort fra vegkroppen og konstruksjoner.
- Vann fra omkringliggende områder skal renne forbi eller gjennom vegområdet uten å medføre fare for trafikanter eller skade på vegkropp .
- Vann skal til enhver tid være sikret fritt avløp.

For drenering av vegkonstruksjonen benyttes åpne og lukkede grøfter. Åpne grøfter er det billigste alternativet og kalles også for dyp sidegrøft. Åpne grøfter ligger under overbygningen og fører overvannet til naturlige vannveger. Lukkede grøfter benyttes ofte på høgtrafikkerte veger, i bystrøk og hvor det det er uhensiktsmessig å bruke åpne grøfter (Tor-Sverre Thomassen, 2015). Figur 13 illustrerer åpen grøft:



Figur 13: Prinsipp tegning av veg med åpen drenering og dype sidegrøfter (Harald Norem, 2018).

Åpen drenering bestemmes ut ifra flere faktorer, som trafikksikkerhet, estetikk og klimatiske forhold. Anbefalt drenstype bestemmes vanligvis ut fra ÅDT og fartsgrense, se tabell 5 (Statens Vegvesen N200, 2018).

Fartsgrense	≤ 80 km/t			≥ 90 km/t
ÅDT	≤ 1 500	1 500 – 5 000	≥ 5 000	Alle
Dreneringstype	Åpen	Åpen/lukket	Lukket	Lukket

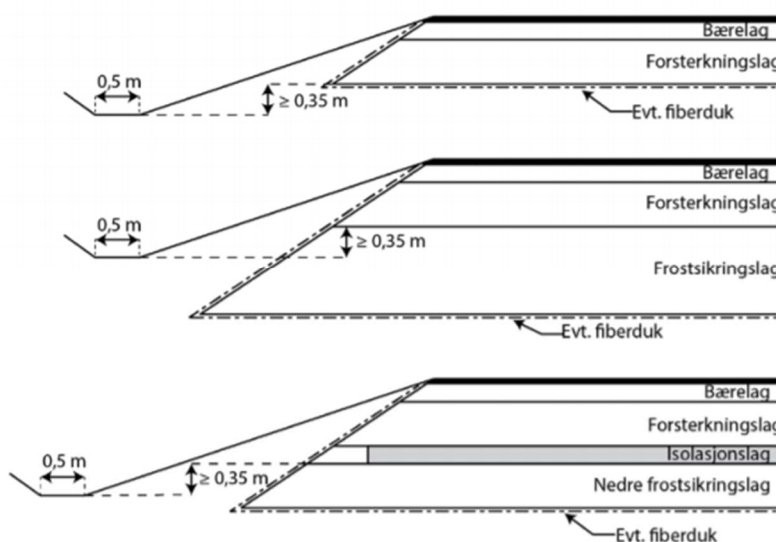
Tabell 5: Anbefalt dreneringstype (Statens Vegvesen N200, 2018).

Det er krav om grøfteskrånings helning. Dersom helningen er brattere enn det som er angitt i tabell 6, er det krav om rekkverk.

Grøft i:	Grøfteskrånings helning		
	Fartsgrense ≤ 80 km/t og ÅDT ≤ 5000	Fartsgrense ≤ 80 km/t og ÅDT > 5000	Fartsgrense ≥ 90 km/t
Løsmasser	1:2 – 1:5	1:3 – 1:5	1:4 – 1:5
Berg	1:4 – 1:5	1:4 – 1:5	1:4 – 1:5

Tabell 6: Krav til grøfteskråning med åpen drenering (Statens Vegvesen N200, 2018).

Figur 14 viser ulike åpne drensgrøfter for ulike overbygninger. Etter N200 skal sidegrøfter ha en dybde på minst 0,35 m under forsterkningslaget. I tillegg skal grøftene ha en bredde på 0,5 meter (Statens Vegvesen N200, 2018). Se figur 14.



Figur 14: Åpen drensgrøft ved ulike overbygninger (Statens Vegvesen N200, 2018).

Funksjonen til ei stikkrenne er å lede vann fra grøfter gjennom vegen og ned i det naturlige dreneringssystemet som bekker, elver og områder som kan ta imot vannmengdene. Stikkrenner skal plasseres i lavbrekk, og andre plasser hvor vannet naturlig samler seg. Maksimal avstand mellom stikkrenner vanligvis 80 – 100 m (Harald Norem, 2018). Stikkrenner skal dimensjoneres mot flom returperiode 200 år (uten omkjøringsveg). Et godt fungerende dreneringssystem er et av de viktigste prinsippene for vegens levetid. Det skal derfor være funksjonsdyktig under aktuelle vær- og klimaforhold året gjennom, og i hele veganleggets levetid (Statens Vegvesen N200, 2018).

2.8 VEGENS LEVETID

Etter Håndbok N200 skal en vegoverbygning dimensjonert med grunnlag i vegnormalene:

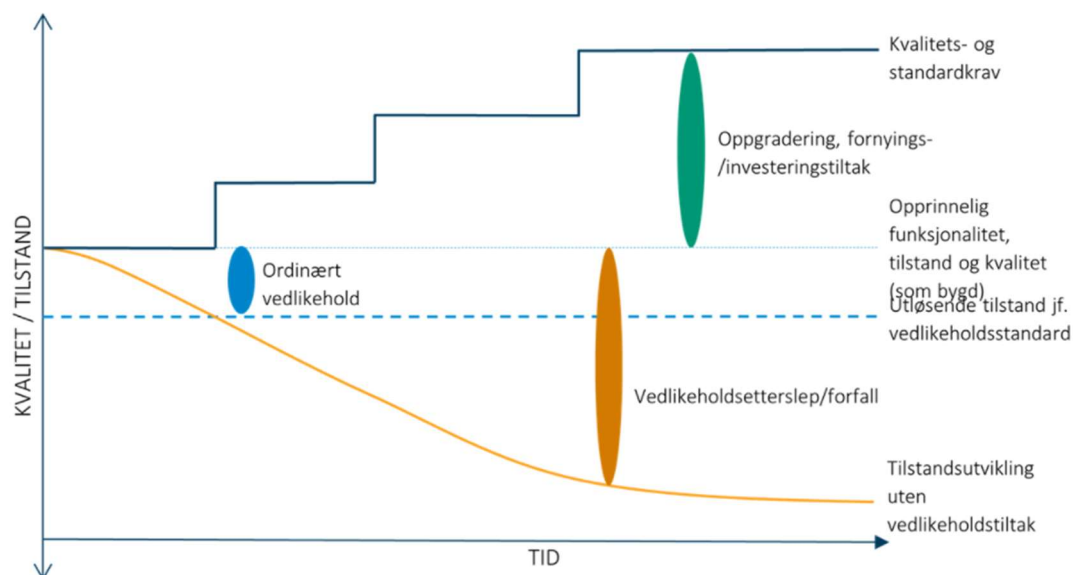
1. Vegen skal tåle trafikkbelastningene gjennom 20 år.
2. Etter 20 år vil det være nødvendig å forsterke vegen for at den skal holde i 20 år til.

En vanlig dimensjonering etter håndbok N200 sikrer vegens bæreevne. Det vil si at ved normalt vedlikehold, vil det ikke være behov for forsterking før etter 20 år (Statens Vegvesen N200, 2018).

Et nytt dekke vil gi vegoverbygningen en ny styrke, og kan derfor betegnes som en forsterkning. Årsaken til skader på et vegdekke som fører til behov for dekkefornyelse bruker vanligvis å sitte lenger ned i konstruksjonen. Det vil vanligvis være enklest og billigst med en dekkefornyelse, men i det lange løp kan det også være dyrere. En av de største grunnene til at en veg trenger forsterkning er en stor andel finstoff i de eksisterende lagene som fører til telehiv (Tor-Sverre Thomassen, 2015).

Figur 15 illustrerer hvilke problemer store deler av det norske vegnettet står overfor. Det er mange faktorer som utløser det stadig økende forfallet/etterslepet på det norske vegnettet, spesielt fylkesveger. Behovet for drift og vedlikehold har økt på grunn av (Tor-Sverre Thomassen, 2015):

- Høyere lufttrykk i dekk
- Tyngre og lengre kjøretøy
- Økt krav til standard
- Økte klimapåkjenninger



Figur 15: Illustrasjon over tilstandsutviklingen av veg (Viken fylkeskommune , 2020).

Økte krav til kvalitet og standard på vegnettet i tillegg til at tilstanden på vegen blir dårligere i tillegg til at økonomiske bevilgninger ikke strekker til. Mållrettet vedlikehold og reduksjon av forfall er en viktig del av klimatilpasning. Aktiv bruk av driftskontrakter vil på sikt gi et robust vegnett (Gordana Petkovic, 2013).

3. METODE

I dette kapitlet forklares hvordan der er gått fram for å løse oppgavens problemstilling. Kapitlet viser de metodene som er brukt for nødvendig informasjon av vegen, og hvordan det er jobbet fram mot en konklusjon.

Framgangsmåten bærer på opplysninger og verktøy utgitt av fylkeskommunen i tillegg til informasjon innhentet selv.

Følgende data er utgitt av Møre og Romsdal fylkeskommune:

- Reguleringsplan vedtatt 21.06.2012
- Geoteknisk rapport, datert 23.12.2011
- SOSI-filer
- Senterlinje frå reguleringsplan (Austnes – Ullasundet)

3.1 REGULERINGSPLAN, GEOTEKNISK RAPPORT OG NVDB

Reguleringsplanen for vegstrekningen er vedtatt 21.06.2012. Reguleringsbestemmelser for området blir derfor brukt i videre arbeid. Gjeldene utforming av vegstrekningen følges etter reguleringsplanen:

- Kjørefeltbredde på 2,75 m og skulder 0,5 m
- Minste horisontalkurveradius $R_h = 200$ m
- Minste vertikalkurveradius i høybrekk: $R_{v_{høy}} = 2000$ m
- Minste vertikalkurveradius i lavbrekk: $R_{v_{lav}} = 1600$ m
- Maksimal stigning 8 %
- Fortau fra profil 8600 til 8850. Bredde: 3 m
- GS-veg fra profil 8850 til 9750. Bredde: 3,5 m
- Fartsgrense profil 8600 – 9800: 50 km/t
- Fartsgrense profil 9800 – 10 500: 80 km/h

Vegstandarden er regulert til dimensjonering klasse H1 ut ifra håndbok 017 Veg og gateutforming. Dette vil ved dagens Håndbok N100 tilsvare dimensjoneringsklasse Hø1 (ved gjennomgående utbedring). Standardkravene ved Hø1 og utformingen i reguleringsplan er noe ulike, det følges utformingen i reguleringsplan (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011).

Geoteknisk rapport for området er datert 23.12.2011. Rapporten består av 50 totalsonderinger og 10 prøveserier mellom profil 8600 til 14400. Boreprøver og konklusjoner avgjort i rapporten vil bli brukt til videre arbeid med tanke på dimensjonering av overbygning. Dataene for grunnforholdene er tolket i rapporten, og tolkningene brukes i det videre arbeidet. Det er konkludert med faste grunnforhold, trolig morene og silt. Det er også varierende grunnforhold. Rapporten anbefaler bruk av fiberduk klasse 5 (Statens Vegvesen: Berg- og geoteknikkseksjonen, 2011).

Det er brukt Nasjonal vegdatabank (NVDB) for innhenting av informasjon av vegen. Nasjonal vegdatabank (NVDB) eller vegkart har gitt oss informasjon om eksisterende forhold av vegen. I videre arbeid er vegkart brukt for informasjon om trafikkmengden (ÅDT) og plassering av stikkrenner. Trafikkmengden brukes til prognoser for økende ÅDT etter bygging av Nordøyvegen.

Oppbygning og dimensjonering av vegprofil vil vektlegge informasjon uthentet fra geoteknisk rapport tungt. Rapporten gir godt grunnlagt for kartlegging av eksisterende terreng og grunnforhold.

3.2 MANUELL KARTLEGGING

Det ble gjort en manuell kartlegging av eksisterende situasjon 09.03.2021. Formålet med befaringen var å kartlegge delstrekningens tilstand, hvilke faktorer som har redusert vegens funksjonsegenskaper og vurdere hvilke tiltak som bør gjøres. Befaringen ble gjennomført med veileder og to ansatte ved Møre og Romsdal Fylkeskommune.

Erfaringer og informasjon innhentet fra befarings vil bli vektlagt og er et grunnlag for videre vurdering. Anbefalinger av veileder og ansatte ved Møre og Romsdal fylkeskommune vil bli referert som personlige referanser. Resultat fra befarings er lagt under kapittel 4.1.

3.3 DIMENSJONERING AV OVERBYGNING

Det er brukt Statens vegvesen Håndbok N200 – Vegbygging for dimensjonering av alternativene. Dermed dimensjoneres vegene for 10 tonns aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode (Statens Vegvesen N200, 2018). Det er tatt med teori fra Statens vegvesen rapport nr.626 som understøtter N200. Rapporten beskriver mer i detalj hvordan kravene fra N200 kan brukes (Statens Vegvesen , 2019).

Vegene dimensjoneres ut ifra trafikkgruppe og grunnforhold. For å finne dimensjonerende trafikkgruppe brukes formel 1 (Statens Vegvesen N200, 2018).

Formel 1: Antall ekvivalente 10 tonns aksler:

$$N = 365 * C * E * \text{ÅDT}_T * f * \frac{(1,0 + 0,01 * p)^{20} - 1}{0,01 * p}$$

N = ekvivalente 10 tonns aksler

C = gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy (settes normalt ved C = 2,4)

E = gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy (settes i Norge som E = 0,427)

ÅDT_T = gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy per døgn

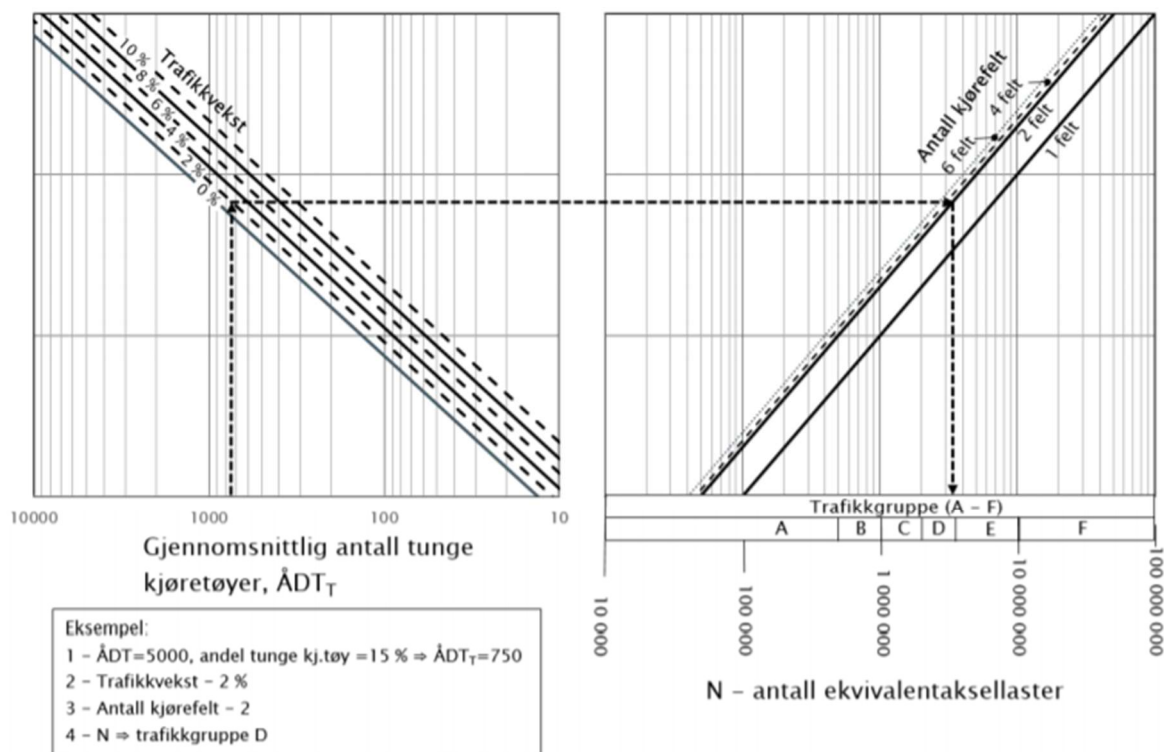
f = fordelingsfaktor der 2-feltsveg settes til f=0,50

p = årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy angitt i prosent

Formel 1 vil gi antall ekvivalente 10 tonns aksler per felt i dimensjoneringsperioden. Ut fra verdien til formel 1 vil tabell 7 angi hvilken trafikkgruppe en havner i og videre skal dimensjonere ut ifra. Det er også mulig å bruke figur 16 til å fastslå hvilke trafikkgruppe en havner i og skal dimensjonere ut fra. Trafikkgrupper deles inn i klasse fra A-F, hvor klasse A er klassen med minst påkjenning og F med mest (Statens Vegvesen N200, 2018).

Trafikkgruppe	Ekvivalente 10 tonns aksler (N)
A	< 500 000
B	500 000 – 1 000 000
C	1 000 000 – 2 000 000
D	2 000 000 – 3 500 000
E	3 500 000 – 10 000 000
F	> 10 000 000

Tabell 7: Valg av trafikkgruppe ut fra antall ekvivalente 10 tonns aksler (Statens Vegvesen N200, 2018).



Figur 16: Beregning av trafikkbelastning, N og trafikkgruppe (Statens Vegvesen N200, 2018).

Når en skal dimensjonere, må man vite hvilken bæreevnegruppe en skal dimensjonere ut fra. Tabell 8 deler inn i bæreevnegruppe fra 1 – 7 ut fra hvilke masser grunnen består av og hvor telefarlig denne er (Statens Vegvesen N200, 2018).

Telefarlighetsklassifisering				
Telefarlighetsklasse		Masseprosent av materiale < 22,4 mm		
		< 2 µm	< 20 µm	< 200 µm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50
Bæreevneklassifisering				
Undergrunn		Bæreevnegruppe		
Bergskjæring, steinfylling,	T1	1		
Grus, $C_u \geq 15$,	T1	2		
Grus, $C_u < 15$,	T1	3		
Bergskjæring, steinfylling,	T2	3		
Sand, $C_u \geq 15$,	T1	3		
Sand, $C_u < 15$,	T1	4		
Grus, sand, morene,	T2	4		
Grus, sand, morene,	T3	5		
Leire, silt, morene	T4	6		
Myr		7		
Andre materialer		Bæreevnegruppe		
Lettklinker, skumglass		4		
Ekstrudert polystyren (XPS)		4		
Ekspandert polystyren (EPS-blokker)		6		

¹⁾ Jordarter med mer enn 40 % < 2 µm regnes som middels telefarlig T3.

Tabell 8: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Statens Vegvesen N200, 2018).

Dekke blir valgt ut fra hvilke påkjenning som virker dominerende på vegen og hvor mye trafikk dekket blir belastet med. Tabell 9 viser anbefalte asfalttyper ved ulike påkjenninger (Statens Vegvesen N200, 2018).

Dominerende påkjenning, kriterium for valg av dekke	Årsdøgntrafikk, ÅDT				
	0 - 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Piggdekkslitasje		Ab 11 Ska 11	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16
Statistiske lastpåkjenninger	Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾
Vegtrafikkstøy (bildekkstøy)			T 8 ¹⁾ Ab 8 Ska 11 ²⁾	T 11 ¹⁾²⁾ Ab 11 ¹⁾²⁾ Da 11 ¹⁾²⁾ Ska 11 ¹⁾²⁾	T 11 ¹⁾ Ab 11 ¹⁾ Da 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
Klimapåkjenninger	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	3)	3)
Horisontale påkjenninger (rundkjøringer o.l)	Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾

¹⁾ Bruk av modifiserte bindemidler bør vurderes

²⁾ Ved piggdekkandel mindre enn 30 % kan øvre steinstørrelse reduseres til 8 mm

³⁾ Ved høye trafikkmengder vil normalt ikke klimapåkjenninger være bestemmende for dekkevalget

Tabell 9: Anbefalte asfalttyper i slitelag ut fra dominerende påkjenning og bruksområde (Statens Vegvesen N200, 2018).

Tabell 10 og 11 viser anbefalte materialtyper for bærelag og forsterkningslag ut fra trafikkgruppe. Det er mest vanlig å velge bærelagsmateriale og tykkelse fra tabell 15 men i noen tilfeller kan det være mer gunstig å velge andre materialer når kvalitet, tilgjengelighet og pris tas i betraktning. Tabell 10 og 11 viser det hvilke materialer som kan anbefales (Aurstad J., 2016).

Bærelagstype		Øvre bærelag						Nedre bærelag						
		Trafikkgruppe ¹⁾						Trafikkgruppe ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
Knust berg	Fk													
Asfaltert grus	Ag													
Asfaltert pukk	Ap													
Gjenbruksasfalt ²⁾	Gja													
Knust asfalt	Ak													

¹⁾ Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.

²⁾ Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle

Tabell 10: Bruksområder for materialer i bærelag (Statens Vegvesen N200, 2018).

	Trafikkgruppe					
	A	B	C	D	E	F
Grus	■					
Knust grus	■	■	■			
Knust berg (pukk, kult og samfengt knust berg)	■	■	■	■	■	■
Resirkulerte materialer (Gjb og Bm)	■	■	■	■		

Tabell 11: Bruksområder for materialer i forsterkningslag (Statens Vegvesen N200, 2018).

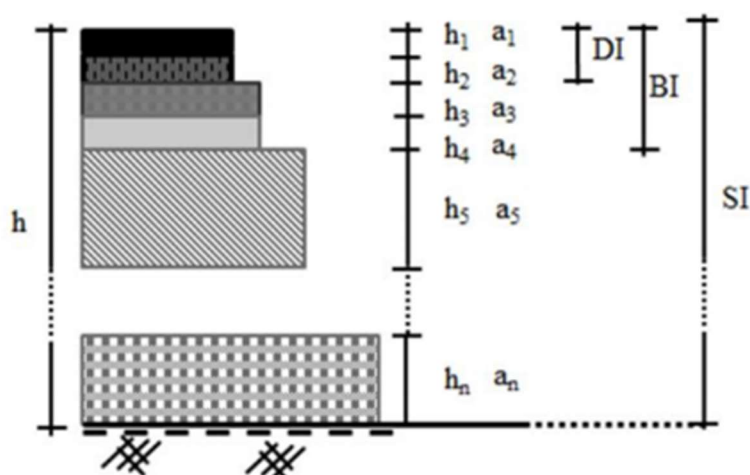
Tabell 12 viser lastfordelingskoeffisienter for ulike materialer til overbygningen.

Lastfordelingskoeffisienter skal ligge til grunn for den bæreevne messige dimensjoneringen av overbygningen (Aurstad J. , 2016).

	Material- betegnelser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Lastfordelings- koeffisient (a), normalverdi
Vegdekker			
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	Vegbitumen, PMB 35/50 50/70-160/220 ≥ 250/300	3,5 <u>3,0</u> 2,5
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0
Mykasfalt	Ma	Mykbitumen V ≥ 6000 V < 6000	<u>1,5</u> 1,25
Bærelag			
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥ 250/300	<u>3,0</u> 2,75
Asfaltert pukk	Ap	Vegbitumen	2,0
Drensasfalt	Da	Vegbitumen	2,0
Penetrert pukk	Pp	Vegbitumen	1,5
Gjenbruksasfalt	Gja	Vegbitumen Mykbitumen	<u>1,75</u> 1,5
Knust berg	Fk		1,35
Knust asfalt	Ak		1,35
Forsterkningslag			
Grus, knust grus			1,0
Pukk, kult, samfengt knust berg			1,1
Resirkulerte materialer	Gjb Bm		1,0 1,0

Tabell 12: Lastfordelingskoeffisienter, a (Statens Vegvesen N200, 2018).

Bærelagsindeks blir forkortet til BI. Tabell 15 stiller krav til bærelagsindeks for de ulike trafikkgruppene. BI regnes ut ved å summere lagets indeksverdi. Et lags indeksverdi er lagets lastfordelingskoeffisient multiplisert med laget sin tykkelse i cm. Summen av indeksverdier må være høyere en minimumskravet gitt i tabell 15 for at overbygningen skal bli godkjent. Det er bare lagene med lastfordelingskoeffisient større en 1,25 som blir regnet med når en skal finne BI. Dette vil normalt si slitelag, bindlag, øvre og nedre bærelag (Aurstad J. , 2016). Figur 17 illustrerer hvilke lag bærelagsindeks gjelder for.



Figur 17: Betegnelser som nyttes i indeksmetoden (Aurstad J. , 2016).

Tabeller som angås frostsikring blir ikke beskrevet videre i kapittelet da dette ikke inngår i oppgaven.

Tabell 13 viser til krav for utkilinger på grunnlag av fartsgrense. Utkiling kan vurderes der overbyggingen varierer i tykkelse, og skal vurderes der grunnforholdene har ulik telefarlighetsklasse (Aurstad J. , 2016).

Skiltet hastighet, km/t	Helning på utkilingen, maks
≤ 50 og g/s – veger	1:10
60 og 70	1:15
80 og 90	1: 25
≥ 100	Frostsikret veg forutsettes

Tabell 13: Krav til helning på utkilingen (Statens Vegvesen N200, 2018).

Minimumtykkelse på dekket som består av slite- og bindlag bestemmes ut fra tabell 14. Tabellen tar utgangspunkt i ÅDT i åpningsåret og om det skal brukes myke eller stive dekketyper (Statens Vegvesen N200, 2018).

DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)				
Dekketype	ÅDT (i åpningsåret)			
	0 - 1000	1000 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0			
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,0 over 4,0

Tabell 14: Dekketyper og krav til minimum lagtykkelser (slitelag og bindlag) (Statens Vegvesen N200, 2018).

Tabell 15 er dimensjoneringstabellen. Det blir her dimensjonert ut fra trafikkgruppe og bærelagsgruppe. Tabellen angir tykkelser for de ulike lagene og for bærelag hvilke masser som er anbefalt. Noen forsterkningslagtykkelser er oppgitt med et tall med plusstegn foran, dette er på grunn av anleggstekniske forhold. Bruker en lettere anleggsutstyr kan en se bort fra dette tillegget. For fylkesveger kan tykkelsen på forsterkningslaget reduseres med 10 cm i forhold til tabellverdiene. Nederst på tabellen er det oppgitt minimumskrav til bærelagsindeks (BI) (Aurstad J. , 2016).

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGER MED BITUMINØST DEKKE (lagtykkelser i cm)							
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se kapittel 511.					
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
DEKKE		Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.					
BÆRELAG							
Anbefalte materialer:		Tykkelse (cm), bærelag					
Ag		9	10	11	12	13	14
Ag over Ap		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ak		5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Gja		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Fk		5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Fk		20					
FORSTERKNINGSLAG PÅ							
Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0					
Bergskjæring, steinfylling, T1 ³⁾	1	30	30	30	30	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30
Grus C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ³⁾	3	30	30	30	40	50	50
Sand C _u < 15, T1 Grus, sand, morene, T2	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70	80
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90	100
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾	100+10 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKSKRAV, BI_k ²⁾		39	45	50	54	62	65

¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

²⁾ Bærelagsindeks (BI), se forklaring i vedlegg 3.

³⁾ Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se kapittel 2.

⁴⁾ Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker.

Tabell 15: Dimensjonering av veger med bituminøst dekke, lagtykkelser i cm (Statens Vegvesen N200, 2018).

I tabell 15 under forsterkningslag kan en se at det står tykkelse i cm ved lastfordelingskoeffisient a = 1,0. Dette fordi tabellen går ut fra materialer med denne lastfordelingskoeffisienten. Ved bruk av materialer med høyere lastfordelingskoeffisient kan en nytte seg av formel 2 for reduksjon av forsterkningslag. Dette på grunn av at materialer med høyere lastfordelingskoeffisient enn a= 1,0 fordeler lastene bedre og trengte ikke være like tykt som tabellverdien viser (Aurstad J. , 2016).

Formel 2: Tykkelse forsterkningslag:

$$\text{Tykkelse forsterkningslag} = \frac{\text{Dimensjoneringstabell verdi}}{\text{Lastfordelingskoeffisient}}$$
















3.4 MODELLERING I AUTOCAD OG NOVAPPOINT

Strekningen er modellert i Novapoint og AutoCad. Novapoint er integrert med AutoCad som konstruerer veglinjene i horisontal og vertikal retning. Novapoint er et godt hjelpemiddel for 3D-visualisering og viser hvordan den nye vegen tilpasser seg terrenget. Novapoint og AutoCad er et hjelpemiddel for hvor den eksisterende vegen er plassert i forhold til den nye vegen.

3.4.1 Kartgrunnlag

Selve kartgrunnlaget lages i en Quadri-modell. Quadri-modellen er den sentrale modellen i Novapoint, og gjør at ulike objekter og prosesser kan samles i en modell. Kartgrunnlaget i Quadri-modellen blir laget ved å importere SOSI-filer i riktig koordinatsystem og høydegrunnlag. SOSI-filene i dette prosjektet er utgitt av Møre og Romsdal Fylkeskommune.

For å lage et grunnlag som tilsvare det eksisterende terrenget, er utvalgte FKB-data brukt. Figur 18 viser hvilke FKB-data som definerer terrenget. SOSI-filene er utgitt i NTM sone 6 og høydegrunnlag NN2000.

<input checked="" type="checkbox"/>  VegkantMotAvkjørsel (217 av 217/217)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensning...
<input checked="" type="checkbox"/>  VegkantMotAnnetVegareal (113 av 113/113)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensning...
<input checked="" type="checkbox"/>  Fortauskant (29 av 29/29)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensninger
<input checked="" type="checkbox"/>  Gangveggkant (3 av 3/3)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensninger
<input checked="" type="checkbox"/>  GangSykkelveggkant (24 av 24/24)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensninger
<input checked="" type="checkbox"/>  Traktorveggkant (12 av 12/12)	Vegsituasjon
<input checked="" type="checkbox"/>  Vegdekkekant (393 av 393/393)	Vegkonstruksjon Vegdekker
<input checked="" type="checkbox"/>  Innsjøkant (2 av 2/2)	Vann Innsjø
<input checked="" type="checkbox"/>  ElvBekkeKant (102 av 102/102)	Vann Elver og bekker
<input checked="" type="checkbox"/>  KanalGrøftKant (51 av 51/51)	Vann Elver og bekker
<input checked="" type="checkbox"/>  Høydekurve (2024 av 2024/2024)	Terrenghøyde
<input checked="" type="checkbox"/>  Grøftebunn (63 av 63/164)	Sideområder Veg, Bane og Flyplass
<input checked="" type="checkbox"/>  Vannflatekant (149 av 149/149)	Markdekkeavgrensninger
<input checked="" type="checkbox"/>  Kystkontur (113 av 113/113)	Kyst og sjø Topografi
<input checked="" type="checkbox"/>  Molo (39 av 39/39)	Byggverk Volltyper, Tekniskeanlegg ved vann, vassd...

Figur 18: Hvilke FKB data som er valgt for prosjektet.

Grunnforholdene i modellen er estimert fra geoteknisk rapport, da det ikke er mer nøyaktige data om dette. Det er gjennomført mengdeberegninger med grunnlag av disse grunnforholdene.

3.4.2 Senterlinje

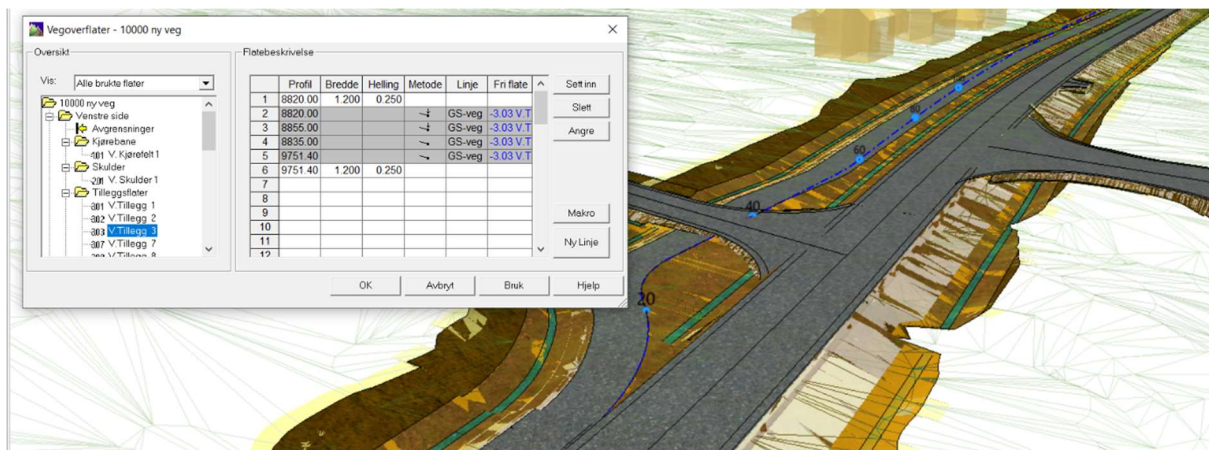
Senterlinjen eller linjekonstruksjonen for vegen er utgitt av Møre og Romsdal Fylkeskommune. Senterlinjen brukes for begge alternativene da det er denne veglinjen som er vedtatt i reguleringsplan. De to alternativene for vegen og avkjørslene er nummerert med linjenummer fra tabell 16.

Objektkode	Objektnavn	Linjenummer	Vegtype
90100020	Beregnete_liner	10000–19900	Primærveger
90100020	Beregnete_liner	20000–39900	Sekundærveger
90100020	Beregnete_liner	40000–59900	Kryssområder
90100020	Beregnete_liner	60000–69900	Andre underordnede veger
90100020	Beregnete_liner	70000–79900	Gang- og sykkelveger
90100020	Beregnete_liner	80000–89900	Sideanlegg (kollektivterminal, kontrollplass, rasteplass mm)
90100020	Beregnete_liner	90000–99900	Annet

Tabell 16: Sammenheng mellom objektkode, nummerserie for linjenavn og vegtype (Statens vegvesen V770, 2015)

3.4.3 Løsning for gående og syklende

Det er regulert fortau for profil 8600 – 8850, og gang- og sykkelveg for profil 8850 – 9750 (Nordplan as, Statens Vegvesen , 2011). Gang- og sykkelveg er prosjektert etter reguleringsplan ved hjelp av avgrensninglinjer. Avgrensninglinjene avgrenser sideområdene som fortau og GS-veg. Figur 19 viser hvor løsninger for gående og syklende er lagt inn som tilleggsflater.



Figur 19: Illustrasjon av Novapoint. Avgrensingslinje mellom grøfteskråning og GS-veg markert som blå linje.

Disse flatene betegnes:

- Tillegg 1, 2 og 3: Grøft mellom hovedvegen og GS-veg
- Tillegg 7 og 8: Fortau
- Tillegg 11: Gang- og sykkelveg. Avgrensingslinje av venstre GS-vegkant.

3.4.4 Avkjørsler

Det er tegnet inn 18 avkjørsler fra profil 8600 – 10500. Avkjørslene er som ved løsninger for gående og syklende, avgrenset med avgrensingslinjer tegnet fra reguleringsplan. Avkjørslene vil ikke være en del av mengdeberegningene gjort i Novapoint.

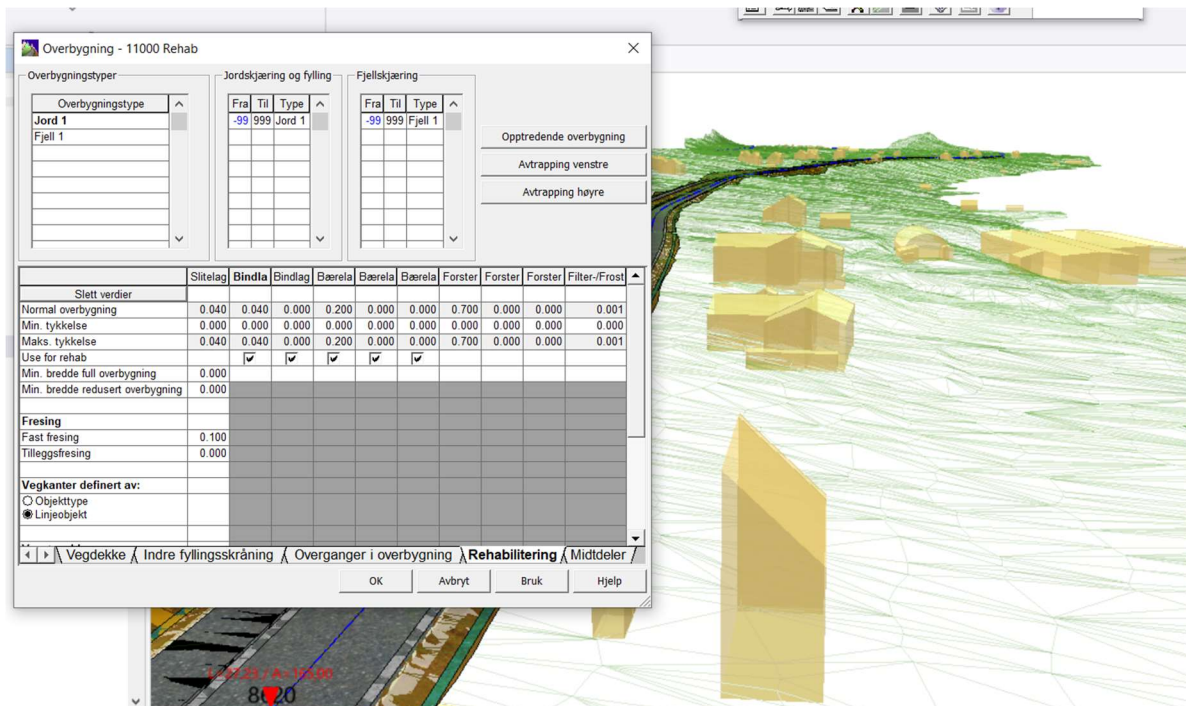
3.4.5 Rehabilitering

For rehabiliteringsdelen av oppgaven er det brukt rehabiliteringsfunksjonen til Novapoint. Rehabiliteringsfunksjoner kan innhente hvor mye av eksisterende veg som befinner seg i den nye vegen. FKB-data som er brukt for eksisterende veg, vises i figur 20:

Navn	Objekttypegruppe	Modell
<input checked="" type="checkbox"/> Valgt		
<input checked="" type="checkbox"/> VegkantMotAvkjørsel (217 av 217)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensning...	Haramsøya Novapoint 2020
<input checked="" type="checkbox"/> VegkantMotAnnetVegareal (113 av 113)	Vegsituasjon Trafikkområder Vegbaneavgrensning...	Haramsøya Novapoint 2020
<input checked="" type="checkbox"/> Vegdekkekant (393 av 393)	Vegkonstruksjon Vegdekker	Haramsøya Novapoint 2020

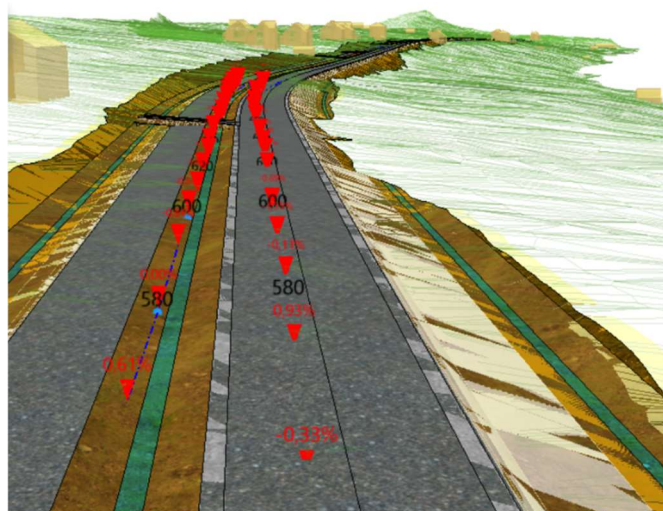
Figur 20: Objekttyper fra eksisterende veg.

Objekttypene danner grunnlaget for «kjørebane kant H» og «kjørebane kant V». Linjene følger de innmålte verdiene for den eksisterende vegen og det blir dermed beregnet hvor vegen kan rehabiliteres. Rehabiliteringsfunksjonen til Novapoint vises i figur 21:



Figur 21: Rehabiliteringsfunksjonen til Novapoint.

Figur 22 viser hvor den eksisterende vegen er i forhold til den nye vegen. Den vil i dette tilfellet ligge mer til venstre enn den nye vegen.



Figur 22: Eksisterende veg i den nye vegbygningen. Eksisterende veglinje markert i rødt.

I tverrprofilet til den rehabiliterte vegen er det nå regnet ut hvor mye av den eksisterende vegen som kan brukes i en rehabilitering. Figur 23 viser et tverrprofil av den nye vegen. Forsterkningslaget (rosa linje) vil i dette tilfellet være redusert siden den eksisterende vegen følger den samme veglinjen som den nye vegen.



Figur 23: Tverrprofil av eksisterende veg i den nye vegkroppen.

Mengdeberegningene i Novapoint blir brukt for å vurdere hvor mye masser den eksisterende vegen utgjør. Mengdeberegningene vil videre bli brukt i en kostnadsberegning.

3.5 KOSTNADSBEREGNING

Det blir utført en enkel kostnadsberegning for begge alternativene. Dette gjøres for å få et grovt estimat over kostnadene og for å kunne sammenligne forskjellene i pris. Det er da gjort en enkel kostnadskalkyle med bakgrunn i prosesskodene. Prosesskodene er et hjelpemiddel for utarbeidelse av tilbudsgrunnlag og ved spesifikasjoner for entreprisekontrakter for veier, bruer og kaier. Det er to håndbøker som omhandler prosesskodene: prosesskode 1 (Håndbok R761 – Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter) og prosesskode 2 (Håndbok R7612 – Standard beskrivelsestekst for bruer og kaier) (Statens vegvesen R761, 2018).

Prosessekodene er bygget opp med 10 hovedprosesser der hver hovedprosess er delt inn i underprosesser (Statens vegvesen R761, 2018). De 10 hovedprosessene er:

Hovedprosess 0: Til internt bruk

Hovedprosess 1: Forberedende tiltak og generelle kostnader

Hovedprosess 2: Sprenging og masseflytting

Hovedprosess 3: Tunneler

Hovedprosess 4: Grøfter, kummer og rør

Hovedprosess 5: Vegfundament

Hovedprosess 6: Vegdekke

Hovedprosess 7: Vegutstyr og miljøtiltak

Hovedprosess 8: Bruer og kaier

Hovedprosess 9: Til bruk for drift og vedlikehold

Enhetspriser gjort i kostnadsberegningene er tatt ut ifra et anslag gjort av Statens Vegvesen i 2019. Enhetskostnadene kan dermed avvike fra dagens priser, og kan derfor ikke brukes som grunnlag i videre arbeid. Kostnadsberegningene brukes for å beregne estimert forskjell i pris mellom alternativene.

Grove anslag er gjort tidlig i planfasen, og er derfor uklare. Det kan da være forhold som ikke er tatt med, som kan gi uforutsette kostnader. Det er dermed lagt inn en usikkerhet i kostnadsoverslaget på 20 %.

4 RESULTAT

4.1 MANUELL KARTLEGGING

Dato for kartlegging: 09.03.2021

Terrenget ved vegen består for det meste av urørt vegetasjon som figur 24 viser. Geoteknisk rapport beskriver vegetasjonen som tidlig myrdannelse, men indikerer ikke større myrddybde enn 0,5 – 1 m. Myr er et økosystem med høy grunnvannstand, som betyr at vegetasjonen kan holde på mye vann.



Figur 24: Dronebilde Austnes - Hånes Foto: Henrik Raymond Knarvik

Grøft



Figur 25: Grøft med vann.

Myrdannelsen medfører kontinuerlig tilføring av vann til grøfter. Grøftene varierer i dybde, som medfører stillestående vann. Fall mot stikkrenner er viktig for å sikre god vannføring, slik at vannet ikke strømmer inn i vegkroppen. Som figur 25 viser, er det store mengder vann i grøftene selv på dager uten nedbør.

Mangel på grøft kan gjøre at vannet ikke ledes bort, som medfører at store vannmengder legger seg på sideområder. Figur 26 viser et tilfelle av dette. Dette kan føre til skader på vegen og på sideområder ved store nedbørsmengder og i kuldeperioder.



Figur 26: Oppsamling av vann på sideområder

Stikkrenner



Figur 27: Stikkrenne

De fleste stikkrennene langs strekningen er av betong i ulike dimensjoner. Vanligvis mellom 200 og 400 mm.

Figur 27 viser ei stikkrenne. Stikkrenner bør dimensjoneres etter framtidig vannføring og klimaendringer. De bør også legges med riktig helning og høyde for å hindre erosjon.

Skadekartlegging

Noen av skadene på vegdekket kan skyldes materialfeil eller mangler lenger ned i overbygningen. Derfor er skadekartlegging en enkel måte å finne ut tilstanden på eksisterende veg. Skader på vegdekket som ble observert fra tabell 3 om skadekartlegging er:



Figur 28: Langsgående sprekker

Langsgående sprekker figur 28:

- Skyldes telehiv og variasjoner i grunnen
- Mangelfull drenering
- Svake kanter



Figur 29: Krakelering

Krakelering figur 29:

- Ustabilt bærelag
- Bæreevne svikt (mangelfull drenering, vannømfintlige materialer)



Figur 30: Slaghull.

Slaghull figur 30:

- Videreutvikling av krakelering
- Lokale feil i materialet

Ved skaderegistreringene er det flere skader som kan skyldes vann i vegkroppen, telehiv og dårlig materialbruk. Tidspunkt for befaringsvar i teleløsningsperioden. Som tidligere forklart er det i denne perioden bæreevnen på vegen er dårligst. Dette har medført at det på deler av strekningen er gjort oppgravninger og masseutskiftninger på strekningen. Det er også skiftet stikkrenne, se figur 31.



Figur 31: Nyetablert stikkrenne.



Figur 32: Utskiftningsmasse

Masseutskiftning er gjort på fire områder på strekningen. Massene som ble gravd ut var silt- og morenemasser, som på figur 32. Disse massene inneholder mye finstoff, som er vannømfintlige. Massene betegnes som telefarlighetsklasse T4. Ujevne telehiv kan oppstå i overbygningen siden lagene ikke er homogene.

Masseutskiftningene gir oss en god indikasjon på eksisterende masser i overbygningen. Det er også funnet større steiner ved masseutskiftningene, som på figur 33.



Figur 33: Stor stein som er fjernet fra eksisterende overbygning.



Figur 34: Trestubbe ved vegkant

Trestubber som på figur 34 bør fjernes. Dette på grunn av at de kan ha et stort rotsystem som kan vokse inn i vegkonstruksjonen. Dette kan gi problemer med stabilitet/setninger. Oppgraving og fjerning av røttene kan skape store hulrom i vegoverbygningen. Alle trær nærmere enn 3 m fra vegskulder skal fjernes (Leikanger, 2021).

4.2 DIMENSJONERINGSPRINSIPPER

I dette delkapitlet går vi gjennom hvilke verdier som er brukt for dimensjonering av overbygningen.

4.2.1 ÅDT-prognoser

Når Nordøyvegen står ferdig, vil trafikken til Fjørtofta og Harøya også gå gjennom Haramsøya.

Beregninger om estimert trafikkmengde:

Sted	ÅDT
Harøya	200
Fjørtofta	180
Haramsøya og Flemsøy	610
SUM	990

Tabell 17: ÅDT prognose.

ÅDT tung er hentet fra Statens Vegvesen sin tjeneste vegkart og er 6 %:

$$\text{ÅDT}_T = 0,06$$

Dimensjonerer ut ifra trafikkvekst på 2 % fra reguleringsplan:

$$\text{ÅDT}_{2040} = 990 * 1,02^{20} = 1471$$

$$\text{ÅDT}_{T 2040} = 1471 * 0,06 = 88,3$$

Etter formel 1 blir antall ekvivalente 10 tonns aksler:

$$N = 365 * 2,4 * 0,427 * 88,3 * 0,50 * \frac{(1,0 + 0,01 * 2)^{20} - 1}{0,01 * 2} = 401\,256,3818$$

$$\approx 401\,256 \rightarrow \text{Trafikkgruppe A}$$

4.2.2 Geoteknisk rapport og forsterkningslag

Det er utført tre prøveboringer fra pel 8600 til 10 500 som tabell 18 viser. Av geoteknisk rapport kategoriseres grunnforholdene som bæreevneklasse 6 og telefarlighetsklasse T4.

Pel	Punkt - Prøve	Dybde (meter)	Cu (kPa)	TG (teleklasse)
8900	425_1	0,5 – 0,8	34,4	T2
8900	425_1	0,8 – 2,0	15,0	T4
8900	425_1	2,0 – 3,0	4,9	T4
9320	431_1	0,3 – 1,0	50,5	T4
9460	433_1	0,6 – 2,2	32,8	T4
9460	433_1	2,2 – 3,0	26,4	T4

Tabell 18: Resultat prøveboringer pel 8600 - 10 500 (Statens Vegvesen: Berg- og geoteknikkseksjonen, 2011).

Graderingstallet (Cu) medfører to ulike tykkelser på forsterkningslaget, se figur:

Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	60	70	70	80	90	100
Silt, leire, T4, $c_u 37,5-50$ kPa	6	60	70	80	80	90	100
Silt, leire, T4, $c_u 25-37,5$ kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90	100
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾	100+10 ¹⁾

Figur 35: Utklipp fra tabell 15.

Som kapittel 3.2 viser, kan forsterkningslaget for fylkesveger reduseres med 10 cm. Det er ved valg av overbygning valgt pukk som forsterkningslag på overbygningene. Lastfordelingskoeffisient for pukk (etter tabell 12) = 1.1 og formel 2 kan benyttes:

- Profil 8600 – 9320

$C_u < 25$ kPa. Tykkelse på forsterkningslag 60 + 50 cm. Ny tykkelse for Fv: 50 + 50. Dermed:

$$\text{Tykkelse forsterkningslag} = \frac{\text{Dimensjoneringstabell verdi}}{\text{Lastfordelingskoeffisient}} = \frac{50 + 50}{1,1} \approx 46 + 46 = 92 \text{ cm}$$

- Profil 9320 – 10500

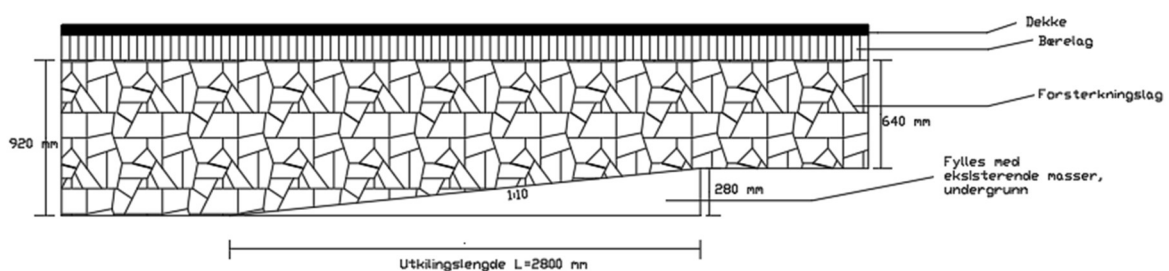
$C_u 25 - 37,5$ kPa- Tykkelse på forsterkningslag 60 + 20 cm. Ny tykkelse: 50 + 20 cm.

$$\text{Tykkelse forsterkningslag} = \frac{\text{Dimensjoneringstabell verdi}}{\text{Lastfordelingskoeffisient}} = \frac{50 + 20}{1,1} \approx 46 + 18 = 64 \text{ cm}$$

På grunn av ulik tykkelse på overbygningen, blir det bygget en utkiling mellom overgangene for å minimere deformasjon- og setningskader i vegbanen. Fartsgrense: 50 km/t.

Høydeforskjell forsterkningslag: 92 cm – 64 cm = 28 cm

Etter tabell 13 blir derfor lengden på utkilingen 1 :10 → 280 cm.



Figur 36: Prinsipp tegning utkiling.

Etter geoteknisk rapport er det ikke nødvendig med frostsikringslag da overbygningene er over 60 cm. Det blir brukt fiberduk klasse 5 ved begge overbygningene etter anbefaling i rapporten.

4.2.3 Bærelag

Ut fra trafikkgruppe A fra tabell 15 er det valgt Ag over FK for bærelag. For alternativ for rehabilitering er det fra befarings gitt forslag til overbygning av vegingeniør Arne Leikanger. Det er derfor ulik tykkelse på bærelag for de ulike alternativene. Alternativ 1 følger tabell 15, mens alternativ 2 har et tykkere lag med Ag da forsterkningslagtykkelsen kan variere på grunn av utnyttning av eksisterende vegkropp.

4.2.4 Dekkelag

Basert på tabell 14 skal dekke velges i grunnlag av ÅDT i åpningsåret. Det er derfor valgt 3 cm over 3 cm for begge alternativene. Vegdekketyper som er valgt for strekningen er Agb (asfalt grus betong).

4.3 ALTERNATIV 1 – BYGGING AV NY VEG

Oppsummering av overbygning:

Oversiktstabell Profil 8 600 – 9 320		
<i>Dekke</i>	<i>Material</i>	<i>Tykkelse</i>
Slitelag	Varmblandet asfalt (Agb 11)	3 cm
Bindelag	Varmblandet asfalt (Agb 11)	3 cm
Øvre bærelag	Asfaltert grus (Ag)	5 cm
Nedre bærelag	Knust berg (Fk)	10 cm
Forsterkningslag	Pukk	46cm + 46 cm = 92 cm
Fiberduk	Klasse 5	0 cm
Sum		113 cm

Tabell 19: Overbygning alternativ 1 profil: 8600 – 9320

Oversiktstabell Profil 9 320 – 10 500		
<i>Dekke</i>	<i>Material</i>	<i>Tykkelse</i>
Slitelag	Varmblandet asfalt (Agb 11)	3 cm
Bindelag	Varmblandet asfalt (Agb 11)	3 cm
Øvre bærelag	Asfaltert grus (Ag)	5 cm
Nedre bærelag	Knust berg (Fk)	10 cm
Forsterkningslag	Pukk	46 + 18 = 64
Fiberduk	Klasse 5	0 cm
Sum		85 cm

Tabell 20: Overbygning alternativ 1 profil: 9320 - 10 500.

Lag	Lastfordelingskoeffisient	Høyde på laget i cm	Indeksverdi
Slitelag	3 cm	Agb = 3,0	3,0*3 cm = 9
Bindelag	3 cm	Agb = 3,0	3,0*3 cm = 9
Øvre bærelag	5 cm	Ag = 3,0	3,0*5 cm= 15
Nedre bærelag	10 cm	Fk = 1,35	1,35*10 cm= 13,5
Bærelagsindeks sum			46.5

Tabell 21: Utregning av bærelagsindeks etter tabell 12.

Det er i tabell 15 krav om at bærelagskoeffisienten i trafikkgruppe A skal være 39. Siden beregnet bærelagsindeks er 46,5, oppfylles kravet til bærelagsindeks og dimensjoneringen er OK. Tekniske tegninger og mengdeberegning for alternativ 1 vises i vedlegg.

4.4 ALTERNATIV 2 – REHABILITERING

Oppsummering av overbygning for rehabilitering:

Oversiktstabell Rehabilitering pel 8600 – 10 500		
<i>Dekke</i>	<i>Material</i>	<i>Tykkelse</i>
Slitelag	Varmblandet asfalt (Agb 16)	3 cm
Bindelag	Varmblandet asfalt (Agb 16)	3 cm
Øvre bærelag	Asfaltert grus (Ag 16) i 2 lag	5 cm+5 cm = 10 cm
Nedre bærelag/Forkiling	Grus 0 - 32	10 cm
Forsterkningslag	Pukk	0 - 70 cm
Fiberduk	Klasse 5	0 cm
Sum		96 cm

Tabell 22: Overbygning alternativ 2.

Alternativ 2 bygger på alternativ 1 med samme overbygning. Forskjellen er at det her bevares eksisterende vegkropp der dette er mulig. Eksisterende vegkropp blir brukt til forsterkningslag på alternativ 2 der rehabilitering utføres. Dette medfører at forsterkningslaget ikke er homogent, da noe av forsterkningslaget er tilkjørt pukk og noe består av eksisterende vegkropp. For bedre fordeling av laster er det derfor 5 cm ekstra Ag i bærelag på strekningene som skal rehabiliteres. På denne måten kompenserer et tykkere bærelag for mindre forsterkningslag av pukk og bæreevnen blir ivaretatt på best mulig måte.

De strekningene som etter rehabiliteringsfunksjonen til Novapoint og ved egne vurderinger er egnet til rehabilitering er:

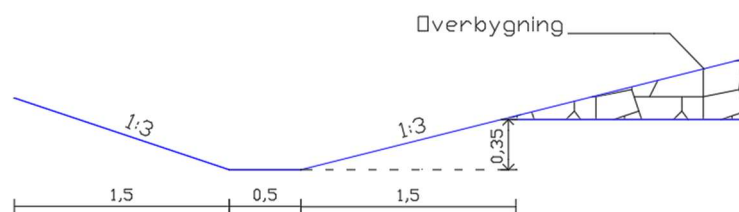
- Profil 8600 – 8645
- Profil 8835 – 9000
- Profil 10 000 – 10 500

Dette tilsvarer 710 meter rehabilitert veg, 37 % av den valgte strekningen. Derfor vil det ved strekninger som ikke skal rehabiliteres brukes samme overbygninger som for alternativ 1.

Tekniske tegninger og mengdeberegning for alternativ 2 vises i vedlegg.

4.5 VANNHÅNTERING

Figur 37 og 38 viser hvordan grøfter er tiltenkt fra veg til terreng og GS-veg. Grøftene følger utforminger fra Håndbok N200.

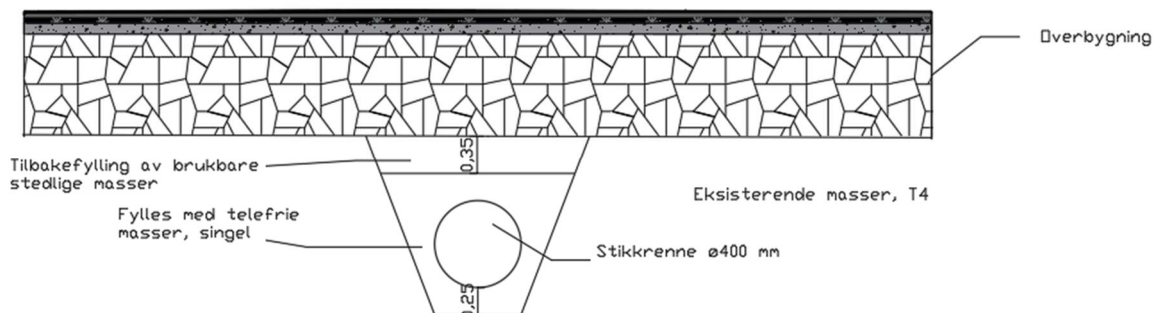


Figur 37: Grøftetversnitt mellom veg og terreng.



Figur 38: Grøftetversnitt mellom GS - veg og veg

I tillegg til utskifting av eksisterende stikkrenne, er det lagt ut ekstra stikkrenner. Det er også lagt stikkrenner for GS-veg. Plassering av stikkrenner er mer detaljert i drensplan i vedlegg. Utforming av stikkrenner er illustrert i figur 39.



Figur 39: Tverrsnitt av stikkrenne.

4.6 KOSTNADSBEREGNING

Det er utarbeidet en enkel kostnadsberegning for begge alternativene. Kostnadsberegningen er vedlagt, og skal belyse forskjellene mellom alternativene. Det er i tabell 23 tatt med total kostnad, og enhetspris per meter:

Alternativ:	Estimert kostnad:
Alternativ 1 - Ny veg	43 725 776 kr – 23 014 kr/meter
Alternativ 2 - Rehabilitering	42 828 526 kr – 22 541 kr/meter
Differanse	900 000 kr - 473 kr/meter

Tabell 23: Oversikt kostnadsberegning.

På grunn av Nordøyvegen-prosjektet er det etablert masseuttak i nærheten av strekningen. Dette gjør at transport av masser til Austnes – Hånes er kort. Derfor vil ikke massetransport utgjøre de store utslagene i kostnadsberegningen.

5. DISKUSJON

I denne delen skal det drøftes fordeler og ulemper ved alternativene. Usikkerheter og mulige feilkilder for oppgaven vil også belyses.

5.1 UTFORDRINGER

På befaringen 09.03.2021 ble det kartlagt den eksisterende situasjonen. Det ble kartlagt ulike nedbrytningsfaktorer, der mye ble knyttet til dårlig vannhåndtering og dårlig vegoppbygning. Dårlig vannhåndtering i kombinasjon med en stor andel finstoff (silt) i overbygningen skaper problemer for vegen. Det er også gjort funn av store steiner som kan bidra til ujevne telehiv. Teleløsningen etter vinteren førte til at det måtte utføres fire masseutskiftninger på strekningen.

Som følge av utbygging av Nordøyvegen, vil vegstrekningen mellom Austnes og Ullasundet være en gjennomfartsåre. Dette medfører en økende trafikkmengde og det vil være viktigere med et godt fungerende vegnett. Det er derfor regulert strengere linjeføring og bedre vegstandard for strekningen. Oppgaven har utarbeidet to alternativer for utbedring.

5.2 DRØFTING AV ALTERNATIVENE

Som følge av dårlig vannhåndtering er det for begge alternativene utarbeidet en ny drensplan. Dette siden vannhåndtering er en stor forutsetning for at vegen skal være funksjonsdyktig ved aktuelle klima- og værforhold.

Det er ved en rehabilitering vurdert at 710 m av den eksisterende vegen kan rehabiliteres. Siden den nye linjeføringen tilsvarer en stivere kurvatur, er store deler av eksisterende veg utenfor det prosjekterte vegen. Figur 40 viser et slikt tilfelle. Her blir rehabilitering neglisjert, når det er så lite av eksisterende veg som blir brukt opp igjen som forsterkningslag. Den eksisterende vegen er i vegkroppen til venstre i bilde (rosa forsterkningslag).



Figur 40: Eksisterende veg i ny vegoverbygning.

Hensikten med en rehabilitering er å få en god standard ved bruk av mindre ressurser i forhold til bygging av en ny veg. En rehabilitering krever mindre ressurser i form av bort- og tilkjøring av masser når eksisterende vegkropp blir utnyttet. Dette fører vanligvis til en billigere veg som det også er i dette tilfellet.

Med tanke på vegens levetid skal vegen også vedlikeholdes. På grunn av en forsterkning av bærelaget i det rehabiliterte alternativet skal alternativene tåle like mye og derfor skal kostnadene med tanke på vedlikehold være lik. Det er uansett en viss usikkerhet om hvilke masser som er i den eksisterende vegen. Det er derfor knyttet en del usikkerhet til hvordan forsterkningslaget vil oppføre seg ved trafikkbelastning og ved frostutvikling. Skader som kan oppstå vil derfor være dyre å rette opp.

Ved bygging av en ny veg som dimensjoneres etter Håndbok N200, skal vegen ha en levetid på 20 år i tillegg til å tåle en aksellast på 10 tonn. Det kreves et større omfang av bort- og tilkjøring av masser ved bygging av ny veg da eksisterende veg ikke blir tatt vare på. Dette medfører en økning av kostnader, men ikke mye da det er etablert masseuttak i nærheten ved utbygningen av Nordøyvegn.

Kostnadene anslår at det vil være 2.1 % dyrere å bygge en ny veg. Det er en viss usikkerhet ved kostnadsanalysen da det er gjort en enkel kostnadsberegning av tilgjengelige data. Det som er utslagsgivende ved kostnadsberegningene er kostnader knytt til masseflytting og oppbygging av vegen. Ved de valgte overbygningene vil differansen mellom alternativene være så liten at det ikke er hensiktsmessig at kostnadene danner grunnlag for beslutning.

6. KONKLUSJON

Rapporten belyser ulike fordeler og ulemper ved de to alternativene. Begge overbygningene er dimensjonert for å tåle trafikkklaster og klimapåkjenninger som kan føre til en nedbrytning. Trafikkmengden vil øke de neste årene som følge av åpningen av Nordøyvegen. Åpning av Nordøyvegen fører også at strekningen på Haramsøya blir en gjennomfartsåre og en viktig vegstrekning for flere.

På grunnlag av trafiksikkerhet og kjørekomfort vil den nye linjeføringen føre til at rehabilitering av vegstrekningen ikke omfatter mer enn 710 meter. Dette medfører at det blir bygget ny veg på 1190 meter av strekningen.

Rehabilitering er gunstig med tanke på å ta vare på vegkapitalen som i dag ligger i vegkroppen. For dette prosjektet passer ikke en rehabilitering inn på grunn av den strammere linjeføringen. Gevinsten ved rehabilitering blir så liten at det mest sannsynlig vil være billigere å bygge ny. Dette er fordi det er knytt en del usikkerhet til eksisterende vegkropp og teleproblemer denne kan skape for rehabiliteringsoppbygningen. Dette kan gjøre at den rehabiliterte vegen blir dyrere i det lange løp.

Fylkesvegnettet er i stadig forfall og det er en viktig del av en klimatilpasning å redusere forfallet. I dette tilfellet da det ikke er mye å spare på en rehabilitering, vil den beste beslutningen være å bygge en ny veg da dette kan forhindre eventuelle skader knytt til undergrunnen eller vannhåndteringen. Ved å bygge en ny veg sikrer man at vegen har en gjennomgående god standard som skal holde i 20 år. Rapporten konkluderer derfor med at i dette tilfellet er det beste alternativet er å bygge en helt ny veg.

7. REFERANSER

Aurstad, F. J. (2020). Power point: Litt om oppbygging og dimensjonering av vegger.

Aurstad, J. (2016). Lærebok Vegteknologi. I J. Aurstad.

Avinor, m.fl. (2016). *Nasjonal transportplan 2018 - 2029*. Hentet fra Vegvesen.no:

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/nasjonal-transportplan-2018-2029>

Gordana Petkovic, m. (2013). *Klima og transport nr.210*.

Harald Norem, m. (2018). *Lærebok Drenering og handtering av overvann Nr.681*.

Leikanger, A. (2021, 03 09). Befaring.

Møre og Romsdal fylke. (u.d.). *mr fylke.no*. Hentet fra [https://mrfylke.no/veg-og-](https://mrfylke.no/veg-og-kollektiv/vegprosjekt/fv.-659-nordoeeyvegen/om-prosjektet)

[kollektiv/vegprosjekt/fv.-659-nordoeeyvegen/om-prosjektet](https://mrfylke.no/veg-og-kollektiv/vegprosjekt/fv.-659-nordoeeyvegen/om-prosjektet)

Nordplan as, Statens Vegvesen . (2011). *mr fylke.no*. Hentet fra Reguleringsplan Haramsøya:

<https://mrfylke.no/veg-og-kollektiv/vegprosjekt/fv.-659-nordoeeyvegen/reguleringsplanar>

Statens Vegvesen . (2018). *vegvesen.no*. Hentet fra

<https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene/vegnormalene>

Statens Vegvesen . (2019). *vegvesen.no*. Hentet fra

<https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene>

Statens vegvesen. (2013). *Vegkart.no*. Hentet fra

<https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatabank/kart:>

<https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3>

Statens Vegvesen N100. (2019). *Veg- og gateutforming*.

Statens Vegvesen N200. (2018). *Vegbygging*. I S. Vegvesen.

Statens vegvesen R610. (2012). *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*.

Statens vegvesen R761. (2018). *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter*.

Statens vegvesen V120. (2019). *Premiser for geometrisk utforming av vegger*.

Statens Vegvesen V261. (1996). *Skadekatalog for bituminøse vegdekker*.

Statens vegvesen V770. (2015). *Modellgrunnlag* .

Statens Vegvesen: Berg- og geoteknikkseksjonen. (2011). *Geoteknikk Fv 659 Nordøyvegen. Ny veg over Haramsøy*.

Tor-Sverre Thomassen, m. (2015). *Statens vegvesen Drift og vedlikehold av veger Nr.365*.

Viken fylkeskommune . (2020). *viken.no*. Hentet fra <https://viken.no/driftskontrakter/tjenester/vei-og-kollektiv/samferdselsplanlegging/planer-og-strategier/samferdselsstrategi-2022-2033/?print=1&securelevel=token>

8. VEDLEGG

Vedlegg 1: B - Tegning

Vedlegg 2: C – Tegning alternativ 1

Vedlegg 3: C – Tegning alternativ 1

Vedlegg 4: C – Tegning alternativ 1

Vedlegg 5: C – Tegning alternativ 2

Vedlegg 6: C – Tegning alternativ 2

Vedlegg 7: C – Tegning alternativ 2

Vedlegg 8: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 9: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 10: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 11: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 12: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 13: Tverrprofil alternativ 1

Vedlegg 14: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 15: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 16: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 17: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 18: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 19: Tverrprofil alternativ 2

Vedlegg 20: Mengdeberegning alternativ 1

Vedlegg 21: Mengdeberegning alternativ 2

Vedlegg 22: Kostnadsberegning

Vedlegg 23: Normalprofil

Vedlegg 24: Normalprofil fortau & Gs – veg

Vedlegg 25: Overbygninger

Vedlegg 26: Drensplan